

UNIVERZITA KARLOVA

1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Praha 2018

Bc. Anna Rejtarová

**Univerzita Karlova
1. lékařská fakulta**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví
Studijní obor: Ergoterapie



Bc. Anna Rejtarová

**Bilaterální trénink horních končetin u pacientů s centrální
hemiparézou**

Bilateral Upper Limb Training in Patients with Central Hemiparesis

Diplomová práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. et Mgr. Jaromíra Uhlířová

Praha, 2018

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí diplomové práce, paní Mgr. et Mgr. Jaromíře Uhlířové za vedení, cenné poznámky, odborné připomínky, podněty a náměty.

Dále bych chtěla poděkovat svému příteli Filipu Matznerovi a rodině, kteří mi byli velkou podporou při celém studiu.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 22.6. 2018

ANNA REJTAROVÁ

Podpis studenta

IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM

REJTAROVÁ Anna. *Bilaterální trénink horních končetin u pacientů s centrální hemiparézou. [Bilateral Upper Limb Training in Patients with Central Hemiparesis]*. Praha, 2018, 126 stran, bez příloh. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN. 2018. Vedoucí závěrečné práce: Uhlířová, Jaromíra.

.

**Prohlášení zájemce o nahlédnutí
do závěrečné práce absolventa studijního programu
uskutečňovaného na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byla jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo kopie závěrečné práce, jsem však povinen/a s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci.

[illegible]

ABSTRAKT

Jméno: Bc. Anna Rejtarová

Vedoucí práce: Mgr. et Mgr. Jaromíra Uhlířová

Oponent práce:

Název diplomové práce: Bilaterální trénink horních končetin u pacientů s centrální hemiparézou

Pozadí: Bilaterální trénink je způsob intervence využívaný u pacientů s hemiparézou. Tento trénink je založen na pohybu obou (bi) stran těla (lateral) současně. Cílem této práce je popsat neurofyzilogické pozadí bilaterálního tréninku a přiblížit jednotlivé metody, které pod bilaterální trénink spadají. Existuje mnoho článků věnujících se konkrétním metodám bilaterálního tréninku, nicméně používaná terminologie je nejednotná. Dílčím cílem práce proto je i objasnění využívané terminologie.

Metody: Relevantní literatura byla vyhledávána v databázích PubMed, ScienceDirect a OVID Evidence Based Reviews. Kritérii pro zařazení byla dostupnost plného textu, datum zveřejnění po roce 1980, anglický jazyk a spojitost s rehabilitací. Byla použita klíčová slova jako bilaterální či bimanuální trénink, metoda či terapie.

Výsledky: Na základě 132 relevantních článků z 1021 nalezených bylo identifikováno 5 velkých skupin spadajících do bilaterálního tréninku. Jedná se o a) kooperační pohyb, b) osově symterický pohyb horních končetin, c) Mirror Therapy, d) aktivita, při níž nepostižená ruka pomáhá paretické a e) roboticky asistované terapie. Bilaterální trénink přitom stojí na a) modulaci interhemisférické inhibice, b) aktivaci postižené hemisféry a c) zvýšení motorické kontroly.

Závěr: Z výsledků práce vyplývá, že bilaterální a bimanuální metody stojí na podobných neurofyzilogických základech. Trénink založený na simultánním pohybu horních končetin byl rozřazen do pěti skupin a byla objasněna terminologie využívaná v jeho kontextu. Byla navržena přehledová tabulka sumarizující vlastnosti dohledaných metod, je však zapotřebí dalšího výzkumu, který by přinesl důkladnější analýzu a vnesl větší světlo do jejich využitelnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA:

bilaterální trénink, bimanuální trénink, rehabilitace, ergoterapie, hemiparéza

ABSTRACT

Author's name: Bc. Anna Rejtarová

Supervisor:: Mgr et Mgr. Jaromíra Uhlířová

Opponent:

Thesis title: Bilateral Upper Limb Training in Patients with Central Hemiparesis

Background: Bilateral training is an intervention used in patients with hemiparesis. This training is based on the movement of both (bi) sides (lateral) of the body simultaneously. There exist a lot of articles focused on specific methods of bilateral training. However, the used terminology is inconsistent. The aim of this thesis is to describe the neurophysiological background of bimanual and bilateral methods, review and clear out the used terminology, and describe the different techniques included in bilateral training.

Methods: Relevant literature was searched in PubMed, ScienceDirect and OVID Evidence Based Reviews. The inclusion criteria were the availability of fulltext, publication date after 1980, English language and a connection with medicine. The searched keywords were bimanual or bilateral training, metod and therapy.

Results: From 1021 articles, only 132 articles meet the inclusion criteria. Five main rehabilitation interventions are used in practice: a) cooperative activity of both arms, b) synchronous movement of both arms c) Mirror therapy, d) an activity, where the impaired hand assists the paretic hand and d) robotic therapy or therapy with mechanical devices. The neurophysiological background is based on a) modulation of interhemispherical inhibition, b) increased motor control of impaired upper limb and c) activation of leasioned hemisphere.

Conclusion: Our review found that all the bimanual or bilateral methods share a common neurophysiological background. Training based on the movement of both arms simultaneously was categorized into five groups and the used terminology was cleared out. The work contains a table with the properties of identified methods. However, it is necessary to extend the research to shed more light on their use in practice.

KEYWORDS

bilateral training, bimanual training, rehabilitation, occupational therapy, hemiparesis

OBSAH

ÚVOD.....	14
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY	15
1.1 TRÉNINK ZALOŽENÝ NA AKTIVNÍM PROCVIČOVÁNÍ PARETICKÉ HORNÍ KONČETINY	16
1.1.1 Konvenční terapie	17
1.1.2 CIMT – Constraint Induced Movement Therapy (Terapie vynuceného používání)..	17
1.2 BILATERÁLNÍ TRÉNINK	20
1.2.1 Terminologické ujasnění terapie s využitím obou horních končetin	21
1.2.2 Shrnutí kapitoly	24
2 CÍL PRÁCE.....	25
2.1 Cíl práce	25
2.2 Výzkumné otázky.....	25
3 METODOLOGIE.....	25
3.1 ÚKOLY A POSTUP PRÁCE	25
3.2 KLÍČOVÁ SLOVA, KRITÉRIA ZAŘAZENÍ.....	26
3.3 ZPŮSOB HLEDÁNÍ.....	27
3.4 VSTUPNÍ KRITÉRIA	27
3.5 ANALÝZA DAT A JEJICH SUMARIZACE:	28
3.6 ČIŠTĚNÍ DAT	28
3.7 KÓDOVÁNÍ DAT	29
4 VÝSTUPY REŠERŠE	31
4.1 NEUROFYZIOLOGICKÉ POZADÍ BILATERÁLNÍHO TRÉNINKU.....	31
4.1.1 Vyvažování interhemisférické inhibice (disinhibice).....	35
4.1.2 Aktivace postižené hemisféry.....	36
4.1.3 Zlepšení motorické kontroly.....	37
4.1.4 Shrnutí kapitoly	37
4.2 SKUPINY BILATERÁLNÍHO TRÉNINKU	38
4.3 KOMPLEXNÍ ÚKOLY PROVÁDĚNÉ OBĚMA HORNÍMI KONČETINAMI	38
4.3.1 HABIT – Hand Arm Bimanual Intensive Therapy (Intenzivní bimanuální terapie rukou a paží).....	38
4.3.2 COMBIT – Kombinovaná terapie CIMT a HABIT	43
4.3.3 BOT – Bimanual occupational therapy (Bimanuální ergoterapie).....	45
4.3.4 TBT – Task-Oriented bilateral training (Na úkol orientovaný bilaterální trénink) ...	46
4.3.5 Shrnutí kapitoly	47

4.4 BIMANUÁLNÍ TRÉNINK ZALOŽENÝ NA NEUROVÝVOJOVÝCH PŘÍSTUPECH.....	48
4.4.1 Samostatně asistovaný pohyb se sepjatýma rukama (Self-assisted Arm Activity with Clasped Hands)	49
4.4.2 Přenos váhy a bilaterální symetrie	50
4.4.3 Shrnutí kapitoly	50
4.5 ZRCADLOVÁ TERAPIE	50
4.5.1 Mirror Therapy (Zrcadlová terapie)	51
4.5.2 Mirror Therapy s využitím virtuální reality	52
4.5.3 Shrnutí kapitoly.....	54
4.6 BILATERÁLNÍ OSOVĚ SYMETRICKÉ ÚKOLY	55
4.6.1 BIT – Bilateral isokinematic training (Bilaterální izokinematický trénink).....	55
4.6.2 Bilateral Movement Training (Bilaterální pohybový trénink).....	56
4.6.3 BT – Bilateral Training (Bilaterální trénink).....	56
4.6.4 BAT – Bilateral Arm Training (Bilaterální trénink horních končetin)	59
4.6.5 MTLA (Motor Training involving the Less-affected Side).....	59
4.6.6 Shrnutí kapitoly	61
4.7 ROBOTICKÉ A MECHANICKÉ PŘÍSTROJE VYUŽÍVAJÍCÍ BILATERÁLNÍ OSOVĚ SYMETRICKÉ ÚKOLY	61
4.7.1 BATRAC – Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory Cueing (Bilaterální trénink horních končetin s rytmickou zvukovou podporou)	62
4.7.2 BAT – Bimanual Arm Trainer (Bimanuální trenažér horních končetin)	65
Mirrored Motion Bilateral Arm Trainer (Zrcadlový bilaterální trenažér pohybu horních končetin).....	67
4.7.3 BFIAMT – Bilateral Forced Induced Isokinetic Arm Movement Trainer (Trenažér indukující bilaterální izokinematický pohyb horních končetin).....	67
4.7.4 H-O-H – Hand-Object-Hand (Ruka–předmět-ruka).....	68
4.7.5 MIME – Mirror Image Movement Enabler (Usnadňovač pohybu pomocí zrcadlového zobrazení).....	69
4.7.6 ARCMIME	71
4.7.7 BI-MANU-TRACK.....	72
4.7.8 ARM STUDIO – intenzivní přístrojový bilaterální trénink	74
4.7.9 ODPOROVÝ BILATERÁLNÍ TRÉNINK	74
4.7.10 APBT – Active – Passive Bilateral Training (Aktivní pasivní bilaterální trénink) .	76
4.7.11 Bimanual Handlebar (Bimanuální řídítka)	78
4.7.12 BUiLT – Bilateral Upper-Limb Trainer (Bilaterální trenažér horních končetin)....	78
4.7.13 Bimanual visuomotor movement training (Bimanuální vizuomotorický pohybový trénink)	80
4.7.14 EXOSKELETONY	80

4.7.15 Shrnutí kapitoly.....	82
4.8 SHRnutí VÝSTUPŮ REŠERŠE	84
5 DISKUZE.....	88
6 ZÁVĚR.....	104
7 MOŽNOSTI NAVAZUJÍCÍ PRÁCE.....	105
8 SEZNAM TABULEK.....	106
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	107
10 SEZNAM ZKRATEK.....	108
11 POUŽITÁ LITERATURA.....	111

ÚVOD

Schopnost používat obě horní končetiny je pro člověka naprosto klíčová. Koordinovaný pohyb obou horních končetin má své nezastupitelné místo v psychomotorickém vývoji a hraje klíčovou roli při vykonávání každodenních činností.

Některé druhy zdravotního postižení (zmiňme například poškození mozku či dětskou mozkovou obrnu) však mohou ústít ve funkční omezení jedné polovina nazývané hemiparéza. Hemiparéza bývá spojena s omezeným pohybem horní končetiny. Toto omezení má pak dopad na výkon běžných denních činností, zapojování do společenského života nebo například ovlivňuje nalezení práce. Ergoterapeuté proto velmi často působí u osob s hemiparézou a pomocí nejrůznějších metod se snaží podpořit jak obnovu funkce, tak výkon běžných denních aktivit.

V dnešní době se velmi podporuje aktivní přístup pacienta k rehabilitaci a jeho přímé zapojení. Většina využívaných metod je založena na aktivním procvičování paretické horní končetiny. Takovou metodou je například Constraint Induced Movement Therapy (Terapie vynuceného používání). Velmi často se však stává, že neparetická horní končetina zůstává při rehabilitaci upozaděna.

Bilaterální trénink je zastřešující pojem pro metody, které stojí na současné aktivaci obou horních končetin. Podporují tak jejich přirozenou kooperaci a aktivují více center mozku než unilaterální trénink. I přes tyto skutečnosti není v České republice rozšířen a prakticky neexistují studie, které by se na jeho použití zaměřovaly. Cílem předkládané práce je popsat a upřesnit poznatky o bilaterálním tréninku a vyjasnit terminologii užívanou v jeho kontextu. Na závěr budou zodpovězeny výzkumné otázky, jejichž cílem je objasnit, jaké metody spadají do bilaterálního tréninku, jaké neurofyzilogické pozadí mají a jaká je použitelnost těchto metod při rehabilitaci osob s centrální hemiparézou.

Práce bude přehledovou mapovací studií a k jejímu vytvoření budou využity databáze dostupné ze sítě Univerzity Karlovy.

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Zcela na úvod je zapotřebí definovat pojem centrální hemiparéza. Myslíme jím částečné ochrnutí jedné poloviny těla. U dospělé populace vzniká nejčastěji následkem cévní mozkové příhody, traumatického poškození mozku nebo například nádoru. U dětské populace se hemiparéza vyskytuje nejčastěji u onemocnění zvaného dětská mozková obrna, které vzniká na podkladě poškození mozkové tkáně.

Hemiparéza bývá spojena nejen s omezenou hybností horní končetiny, ale velmi často se pojí i se změnou svalového tonu (jeho zvýšením), poruchou percepčních funkcí a poruchou cití. Je tedy zřejmé, že částečné ochrnutí jedné poloviny vede ke snížené soběstačnosti a narušenému vykonávání všech běžných denních činností. Vzhledem k tomu, že centrální hemiparéza vzniká nejčastěji na podkladě poškození mozkové tkáně, může se velmi často vyskytovat současně s kognitivním deficitem.

Zmíněné skutečnosti velmi často vedou k takzvanému *Learned Non-Use*, tedy fenoménu *naučeného nepoužívání* (Taub et al., 1999; Taub et al., 2006). Jedná se o jev, kdy pacienti s parézou přestanou zasaženou horní končetinu zcela zapojovat do aktivit a po čase ji nevnímají. (Taub et al., 2006; Lima et al., 2014). Vzhledem k tomu, že při hemiparéze dochází obvykle ke zvýšenému zapojování nepostižené poloviny těla, soustředí se mnoho metod na intenzivní rehabilitaci právě hemiparetické strany. Tyto metody se snaží zvýšením aktivace postižené poloviny zabránit již zmíněnému fenoménu naučeného nepoužívání a budou popsány v následující kapitole.

Bilaterální trénink je naopak postaven na současné aktivaci obou horních končetin. Jeho zastánci tvrdí, že je přirozené při běžných denních aktivitách využívat obě horní končetiny a jejich kooperace je klíčová pro zvládání každodenních aktivit. Tvrdí také, že ke zlepšení funkčních schopností horních končetin může dojít při oboustranném tréninku (např. Charles a Gordon, 2006; Gordon et al., 2007; Mudie a Matyas, 2000; Aarts et al., 2010 či Sakzewski et al., 2012). Objevují se i informace o tom, že stejně jako jednostranný trénink vede i bilaterální trénink ke snížení fenoménu naučeného nepoužívání. (Shim a Jung, 2015).

Unilaterální i bilaterální trénink mají své neurofyzilogické opodstatnění. Pro oba typy tréninku také platí, že zahrnují celou řadu jednotlivých metod či konceptů, které se při nich využívají. V mnohých studiích bývají unilaterální a bilaterální trénink porovnávány mezi sebou. V následující kapitole budou nejprve představeny metody, které se soustředí na aktivní

procvičování zejména paretické strany, zbytek práce pak bude věnován bilaterálnímu tréninku, při němž se uplatňují obě horní končetiny.

1.1 TRÉNINK ZALOŽENÝ NA AKTIVNÍM PROCVIČOVÁNÍ PARETICKÉ HORNÍ KONČETINY

V dnešní době existuje celá řada nejrůznějších metod a přístupů k intervenci hemiparézy. Za základní princip efektivity neurorehabilitace se přitom považuje plasticita mozku. (Švestková et al. 2017, Lippertová-Grünerová, 2005).

Je přitom zjevné, že důležitou roli hraje i přímé zapojení pacienta. Jak uvádí Horton et al. (2017) v dnešní době už nikdo nezpochybňuje důležitost aktivní participace pro výsledky rehabilitace pacientů po poškození mozku. Horton et al. (2017) také píše, že v případě, že jsou vhodně nastavené cíle rehabilitace a jsou ve shodě s pacientovými osobními cíli, je snazší těchto výsledků dosáhnout. (Horton et al., 2017).

Existuje celá řada metod, jejichž účinnost při zlepšení hybnosti paretické končetiny byla podložena výsledky mnoha randomizovaných studií. Naprostá většina se přitom zaměřuje na aktivní procvičování paretické horní končetiny. Pollock et al. (2014) ve své rešerši identifikoval sedmnáct různých metod, které se uplatňují při rehabilitaci osob po cévní mozkové příhodě, jejich detailní popis je však nad rámec této práce.

Na procvičování horní končetiny se tedy zaměřuje mnoho různých metod, naprosto klíčovou je však CIMT (Constraint Induced Movement Therapy – Terapie vynuceného používání). Tato metoda je velmi intenzivní a při jejím provádění se postupuje podle jasně daného protokolu. Termín konvenční terapie je také velmi často zmiňovaným termínem. Tento pojem pod sebou zahrnuje mnoho technik, jako je prolongované protahování, repetitivní trénink, měkké techniky nebo například úkolově zaměřený trénink, shodné je však to, že se zaměřují především na aktivaci paretické horní končetiny. Aktivita nepostižené horní končetiny však není eliminována tak striktně, jako je tomu v CIMT.

Pod další metody, které se zaměřují na aktivaci právě postižené horní končetiny, patří i unimanuální robotické terapie, virtuální realita, dle některých i mentální trénink, funkční elektrická stimulace a nesčetně dalších metod. CIMT a konvenční terapeutické techniky tvoří dvě skupiny, vůči nimž se bilaterální trénink nejčastěji vymezuje a budou tedy představeny v následující kapitole.

1.1.1 Konvenční terapie

V mnoha člancích se setkáme s pojmem konvenční terapie. Tento pojem však naneštěstí nemá své přesné vymezení a autoři jím myslí obvyklý postup terapie, který není založen na žádném protokolu. Do této skupiny by se tak daly zařadit manuální techniky, nácvik unimanuální zručnosti a úchopu, trénink síly – například přenášením závaží, protahování a polohování a na úkol zaměřený trénink. Někteří autoři pak do konvenčních terapeutických technik řadí i bimanuální nácvik běžných denních činností (např. Wang et al., 2011).

Za zmínku stojí skutečnost, že popis konvenčních technik bývá velmi často spojen s Bobath konceptem (např. Sethy et al., 2016). Bobath koncept, respektive NDT (*neurodevelopmental treatment – neurovývojová léčba*) je koncept, který se řadí do neurovývojových přístupů. Při Bobath konceptu se však typicky pracuje s oběma stranami těla a zapojují se často obě horní končetiny.

Pollock et al. (2014) shrnuje původní záměr Bobath konceptu jako přístup zaměřený na redukci abnormálního svalového tonu pomocí polohování, při němž je technika handlingu (terapeutického držení) použita k facilitaci normálních pohybů. Popisuje také, že Bobath koncept se v průběhu času vyvíjel a v dnešní době je definován jako přístup zaměřený na řešení problému, sloužící k hodnocení a léčbě jedinců, kteří mají porušenou funkci, pohyb a posturální kontrolu kvůli lézi centrálního nervového systému. (Kollen, 2009). Bobath koncept je zde zmíněn pouze okrajově, neboť se při něm využívá i bilaterálních aktivit a bude mu věnována samostatná kapitola 4.4 (Bimanuální trénink založený na neurovývojových přístupech).

1.1.2 CIMT – Constraint Induced Movement Therapy (Terapie vynuceného používání)

Asi nejznámějším přístupem k rehabilitaci centrální hemiparézy je CIMT (*Constraint Induced Movement Therapy*, někdy známé pouze jako CI) neboli *terapie vynuceného používání paretické horní končetiny*. Tato metoda, při níž je zdravá horní končetina znehybněna a pacient je nucen vykonávat všechny pohyby v devadesáti procentech bdělého času paretickou končetinou se těší velké popularitě (Kwakkel et al., 2015). Existuje tak mnoho studií, které porovnávají novou či méně známou metodu právě s CIMT a to je i důvodem, proč zde bude podrobněji popsána.

Metoda vznikla na základě pozorování chování opic, jejichž jedna horní končetina byla deafferentována. Po znehybnění zdravé horní končetiny začaly opice deafferentovanou

horní končetinu více zapojovat do běžných aktivit (Knapp et al., 1963; Taub et al., 1999). Od animálních modelů se postupně přešlo k lidským intervencím. (Taub et al. 1999). CIMT bývá indikován jak pacientům v akutní tak i v chronické fázi onemocnění. Nejčastější skupinou pacientů jsou přitom právě lidé se získaným poškozením mozku (či s dětskou mozkovou obrnou).¹ Taub et al. (1999; 2006) popsal, že cílem CIMT je vedle zvýšení hybnosti paretické horní končetiny zabránit fenoménu naučeného nepoužívání.

Taub et al. také (2002) popisuje, že CIMT způsobuje trvalé zvýšení používání horní končetiny skrze dva propojené, avšak na sobě nezávislé mechanismy. Prvním mechanismem je navození situace, v níž je pozitivně posilováno používání slabší končetiny. Druhým mechanismem je oslabování naučeného používání zdravé horní končetiny, které je zabráněno v pohybu.

Zvýšené trvalé zapojování paretické končetiny při repetitivních pohybech indukuje kortikální reorganizaci; konkrétně nárůst oblasti zodpovědné za řízení končetiny do areí přilehlých k lézím a do homologní² oblasti ipsilaterální³ kůry. Poté, co je dosaženo „kritické hodnoty“ intenzity a trvání terapie, je v kortexu znovu vybudován „dostatečný prostor“ pro trvalé používání končetiny (Brady a Garcia, 2009; Taub et al., 2002).

Veškerý úspěch CIMT stojí na aktivní spolupráci jedince. Obecně platí, že postižená končetina je intenzivně procvičována po dobu 6 hodin/den v průběhu 2 týdnů. Znehybnění horní končetiny trvá 90 % bdělého času. Nedílnou součástí protokolu CIMT je přenos klinicky získaných schopností do běžného života (Kwakkel et al., 2015).

CIMT má tři hlavní komponenty – *shapingu (tvarování)*, *plnění úkolů* a *behaviorální techniky*. (PhysioPedia, 2018).

Shaping (tvarování) je tréninková metoda, která se skládá z 10-15 úkolů. Každý úkol je většinou prováděn v setech 20-30 opakování. Po dokončení každého setu se změní úkol. Principem shapingu je postupné navyšování složitosti. (PhysioPedia, 2018). Například se může jednat o zkrácení pauzy mezi jednotlivými pokusy či přidání další části úkolu. Doba provádění jednotlivých úkolů bývá měřena. Tento typ úkolů vyžaduje velkou spolupráci terapeuta. (PhysioPedia, 2018, Taub et al., 2013).

¹ Existují však i studie, které se zaměřují na ověření efektu CIMT u pacientů s nekompletní míšní lézí. (Např. Kim et al., 2015)

² homologní = shodná

³ ipsilaterální = stejnostranná

Plnění úkolů (task practice) je opakované procvičování jednotlivých funkčních úkolů, které trvá zhruba 15-20 minut. Odpočinek se jedinci poskytuje dle potřeby. Zhruba každých 5 minut terapeut povzbuzuje pacienta a na konci mu poskytuje zpětnou vazbu. Tento typ úkolu vyžaduje menší zapojení terapeuta.

Poslední komponentou je řada *behaviorálních technik*, které jsou navrženy tak, aby se získané schopnosti z klinické praxe převedly do běžného života. Zahrnují *behaviorální kontrakt*, který identifikuje úkoly, jež se pacient pokusí vykonávat. Tento kontrakt navíc umožňuje identifikaci bariér a řešení problémů v jejich překonávání. Vzhledem k tomu, že tento kontrakt pacient stvrzuje svým podpisem, jedná se o formu závazku. Do behaviorálních technik patří i vedení deníků o pohybové aktivitě, které je nedílnou součástí CIMT a podporuje dodržování tohoto protokolu.

Nevýhodou této metody ale je psychická zátěž, která je kladena na pacienta. Při CIMTu se každý jedinec musí podrobit důkladnému psychologickému vyšetření. CIMT má navíc poměrně přísná indikační kritéria, jako je například 20° extenze v zápěstí, 10° abdukce palce či 10° extenze prstů v interfalangeálních a metakarpofalangeálních kloubech (PhysioPedia, 2018; Kwakkel et al., 2015).

Mezi další zmiňovaná vstupní kritéria pro zařazení CIMT patří skóre v MMSE (*MiniMental State Examination – Krátká škála mentálního stavu*)⁴ vyšší než 24 bodů, žádný další výrazný zdravotní problém, který by mohl interferovat s CIMT, žádná cévní mozková příhoda v dosavadní anamnéze, žádná excesivní bolest či spasticita na paretické končetině a dostatečně velká výdrž. (Kwakkel et al., 2015; Viana a Taesell, 2012). Zmínění autoři popisují jako indikační kritérium také dospělost, avšak CIMT má celou řadu modifikací známých pod zkratkou *mCIMT (modifikovaná terapie vynuceného používání)*, které se volí zejména u dětské populace.

Varianty modifikace CIMT se liší v závislosti na tom, jak stará je indikační skupina (tedy zda pacienti jsou děti či dospělí) a jaká intenzita je doporučována. Dle rešerše efektivity mCIMT u dětí s DMO, kterou provedl Hoare et al. (2007) je nepostižená končetina znehybněna a paretické končetině je věnována maximálně 3 hodinová intervence za den. Tak je tomu například ve studii od Eliasson et al. (2005), při níž intervence trvá 2 hodiny za den

⁴ Krátký screeningový test kognitivních funkcí. Používá se především v gerontopsychiatrii. Otázky jsou zaměřeny na orientaci, paměť, pozornost, schopnost pojmenování a schopnost vyhovět verbálním a psaným pokynům. (Krivošíková, 2011).

po dobu 2 měsíců⁵, nebo v případě Kim et al. (2015), která se však věnovala pacientům s nekompletní míšní lézí. Existují však i články, které modifikací nazývají zkrácení doby znehybnění na 5 hodin za den po dobu 5 dnů (Bang et al., 2015).

Brady a Garcia (2005) se věnovali použití mCIMT u dětí. Popsali, že mCIMT se liší od klasické CIMT způsobem znehybnění (zda jde o rukavici, dlahu či popruh), snížením počtu hodin, po které je končetina znehybněna, zkrácením doby shapingu, zkrácením celkové doby intervence, poskytováním terapie v domácím prostředí (například Naylor a Bower, 2005; Psychouli a Kennedy, 2016) či prokládáním terapie prvky hry.

U dospělých pacientů, respektive u pacientů po mozkové příhodě, bývá pro definici mCIMT citována Page et al. (2004). I zde modifikace spočívá ve zkrácení tréninku (30min / den – 2 hodiny / den) a zkrácení doby znehybnění na méně než 6 hodin / den). (Shi et al., 2011).

Ani modifikace CIMT se však nedá využít u všech pacientů. I z toho důvodu bývá někdy v literatuře zmiňován bilaterální trénink, jakožto ekvivalent k CIMT (například Stoykov a Corcos, 2009).

1.2 BILATERÁLNÍ TRÉNINK

V České republice se o bilaterálním tréninku, jako o samostatném intervenčním přístupu nehovoří a není příliš rozšířen. Vzhledem k tomu, že využívání obou horních končetin při aktivitách běžného dne je pro člověka přirozené (Sainburg et al., 2013), dává bilaterální trénink smysl. Jeden z mála českých autorů, který zmiňuje trénink pomocí obou horních končetin při rehabilitaci po poškození mozku je Pfeiffer (2007). Za zmínku stojí skutečnost, že konkrétně Pfeiffer (2007) doporučuje nejprve vykonávat pohyb tak, že ho vede zdravá končetina (proplete prsty paretickou a procvičuje se zejména flexe a extenze ramenního kloubu), postupně čím dál méně asistuje a nakonec se provádí bimanuální aktivita (tedy činnost, při níž se zapojují obě horní končetiny).

Dle mnohých autorů (například Shim a Jung, 2015) umožňuje bilaterální trénink procvičování konkrétních činností běžným způsobem, kterým je člověk obvykle vykonává. Bilaterální trénink tak umožňuje funkční zapojení končetin. Díky plnění bimanuálních aktivit dochází ke zvýšení funkční nezávislosti, participace a také ke zvýšení kvality života. (Lam-Damji, 2016). Z ergoterapeutického hlediska má zaměření na funkci velké opodstatnění.

⁵ V novější publikaci tuto metodu Eliasson et al. (2011) nazývá Eco-CIMT.

Vzhledem k nezbytnosti zapojování obou horních končetin do aktivit běžného života je procvičování kooperace a schopností obou horních končetin významným ergoterapeutickým tématem. Důvodem je skutečnost, že ergoterapeuté se ve své praxi soustředí právě na funkční zvládnání běžných denních činností. Zde je důležité připomenout skutečnost, že spojení obou horních končetin je i důležitým mezníkem v psychomotorickém vývoji člověka. Přibližně v 8. týdnu by dítě mělo být schopno v poloze na zádech spojit ruce, ve 3. – 4. měsíci si hraje s ručičkami a cílí uchopování. V 5. měsíci by pak dítě mělo zvládat přendávání předmětu z jedné ruky do druhé. (Cioni a Sgandurra, 2013). Je tak zřejmé, že kooperace horních končetin je klíčová pro rozvoj dítěte a hraje nezastupitelnou roli v každodenních aktivitách člověka.

Existuje množství zahraničních rešerší, které se zabývají efektivitou bilaterálního tréninku u pacientů s centrální hemiparézou, z nichž mnohé vidí metodu jako efektivní. (např. Stewart et al., 2006; Latimer et al., 2010).

Někteří autoři však upozorňují na skutečnost, že terminologie využívaná v kontextu bilaterálního tréninku není jednotná (např. Choo et al., 2015; Stoykov et al., 2009). Stejný problém bohužel nastává i v česky psané literatuře. V další kapitole bude nastíněn problém s terminologií spojený s termínem bilaterální trénink a bude zde rozebrána etymologie jednotlivých slov.

1.2.1 TERMINLOGICKÉ UJASNĚNÍ TERAPIE S VYUŽITÍM OBOU HORNÍCH KONČETIN

Pojem bilaterální trénink není v literatuře jasně definován. Ukazuje se, že bývá spojován s aktivitou obou horních končetin a že se využívá zejména ve spojitosti rehabilitační intervence u lidí s hemiparézou. V některých člancích se ale setkáváme s pojmem bimanuální trénink, či bimanuální terapie, lze však dohledat i pojem bilaterální či bimanuální metoda. Z toho důvodu je zapotřebí zcela na úvod definovat jednotlivé pojmy a pokusit se vytvořit jejich hierarchii.

1.2.1.1 Bimanuální a bilaterální trénink

Slovo bimanuální pochází z latiny. Bi znamená obojetný, dvojný, manus znamená ruka, bi-laterální pak znamená oboustranný.

Oxford Dictionaries definuje slovo trénink jako akt učení dovednosti či chování u člověka nebo zvířete. (Oxford Dictionaries, 2017).

Autoři, kteří pracují s termíny bilaterální či bimanuální se shodují, že jsou založeny na současném pohybu horních končetin. Bohužel však někteří autoři tvrdí, že termín bilaterální trénink a bimanuální trénink jsou synonymy, zatímco jiní autoři vidí rozdíly. Cauraugh et al. (2010) uvádí, že termín bilaterální trénink je nadřazený a zahrnuje bimanuální pohybový trénink. Naproti tomu Sleimen Malkoun et al. (2011) je toho názoru, že slovo nadřazené je bimanuální pohybový trénink a tento termín pod sebou zahrnuje techniky bilaterálního tréninku.

Neurovývojové přístupy jako je například Bobath koncept také pracují s termínem bilaterální, tentokrát ve spojitosti s aktivitou. Dle Bobath konceptu je bilaterální činnost aktivita obou stran těla, která je klíčová pro stabilitu trupu. (Zanon et al., 2015; Hafsteindottir, 2005).

Jak je patrné, terminologie je nejednotná. Pokud bychom se zaměřili pouze na etymologii, bylo by logické, že termín bilaterální (oboustranný) by byl nadřazený termínu bimanuální, neboť ten znamená obouruční.

K podobným závěrům dospěli i Stoykov a Corcos (2009), kteří ve své rešerši rozdělili bilaterální trénink do čtyř skupin, přičemž bilaterální trénink je pro ně slovem nadřazeným a zahrnuje pod sebou různé metody (terapie). Jako nadřazený termín pro různé terapie, při nichž se uplatňují obě horní končetiny, používá termín bilaterální trénink i Pollock et al. (2014).

1.2.1.2 Technika, metoda, terapie, trénink, přístup, činnost, koncept a protokol

Problematické je i používání termínů metoda, technika, přístup, činnost a trénink. Je zapotřebí objasnit a utřídit tyto termíny, protože není zřejmé, který z nich je nadřazený a který naopak podřazený.

Slovo **technika** je v české encyklopedii Universum definováno *jako vývoj, výroba a účelné využití nástrojů všeho druhu; dále také konstrukce a použití komplikovaných nástrojů (stroje) a přístrojů při systematickém využití vědeckých poznatků, zvl. funkčních a zákonitých poznatků přírody. (Universum, 2000).* To znamená, že technika je *způsobem vykonávání určitého úkolu, zejména pak prováděním umělecké práce či vědeckého postupu.* (Oxford Dictionaries, 2017).

Metoda je *soustavný postup, který v dané oblasti vede k cíli, v ideálním případě nezávisle na schopnostech toho, kdo jej provádí. Jedná se o souhrn pojmů, nástrojů a pravidel, jež patří k základům každé vědy, popř. i jiných činností.* (Všeobecná encyklopedie ve

čtyřech svazcích, 1996). Termín *met-hodos* pochází z řečtiny a znamená cestu, následování, či postup. (Online Etymology Dictionary, 2018).

Dle Oxford Dictionaries (2017) znamená slovo **terapie** léčbu určenou ke zmírnění nebo k léčbě dané poruchy a pochází z řečtiny či latiny. Slovník cizích slov (Slovník cizích slov, 2017) definuje terapii jako způsob léčby. MedicineNet (2016) popisuje terapii jako synonymum ke slovu léčba. V České republice se termín terapie také často používá ve významu docházení na konkrétní léčbu.

Oxford Dictionaries (2017) definují **trénink** jako akt učení určité dovednosti⁶ či chování člověka či zvířete. Dle etymologického slovníku je to pak rozvoj mysli, charakteru nebo určitých schopností cvičením, podobně, jako voják trénuje a driluje. [Online Etymology Dictionary, 2018]. Za zmínku stojí skutečnost, že slovo pochází z angličtiny.

Přístup je *způsob vyrovnávání se s určitou situací či problémem*. (Oxford Dictionaries, 2017). V rehabilitačním kontextu přístup značí teoretický postup zahrnující všechny metody a znalosti používané k řešení dané situace.

Aktivita respektive **činnost** (dle odsouhlasených termínů ČAE) je pak dle Oxford Dictionaries okolnost, při které se něco děje, nebo je něco vykonáváno (ČAE, 2017). Dle AOTA znamená slovo činnost jednání respektive kroky *navržené a vybrané pro podporu rozvoje výkonnostních dovedností a výkonnostních modelů s cílem posílit zapojení do zaměstnání*. (AOTA, 2014).

Koncept pochází z latinského „něco si představovat“. Jedná se o pojem, který se odvolává k abstraktní myšlence. Oxford Dictionaries ho definují jako plán, či záměr, přičemž toto slovo se používá i ve významu předběžný návrh. Tak ho dle slovníku cizích slov využíváme v češtině. Krivošíková (2011) cituje Moosey (1981), podle níž je koncept slovem nebo frází, označující podobnost mezi jevy. Koncept je pak dle Krivošíkové souhrnná myšlená představa o jevech, která definuje vztahy mezi jevy.

Termín **protokol** pak znamená přesný postup nějaké činnosti, který je podložen oficiálními dokumenty, například při jednání s úředníky. (Oxford Dictionaries, 2018).

⁶ Z anglického skill, dle odsouhlasených termínů České asociace ergoterapeutů (ČAE, 2015).

1.2.2 Shrnutí kapitoly

Význam termínu terapie se liší v českém a anglickém jazyce, nicméně v obou jazycích značí samotnou léčbu či postup léčby. Metoda je více teoretický pojem, neboť popisuje postup, jež nás dovede k cíli. Termín technika v rehabilitačním kontextu značí praktický způsob provádění konkrétní metody. Trénink pak zahrnuje učení se a procvičování určité dovednosti. Činnost znamená kroky, které jsou navrženy k dosažení cíle (v rehabilitačním kontextu jde o konkrétní aktivity, pomocí nichž je trénovaná určitá dovednost). Protokol představuje přesné určení konkrétních kroků při provádění konkrétní metody. Termín přístup je ze zmíněných pojmů nejvíce teoretický a popisuje všechny metody a znalosti, které nám pomáhají vyřešit danou situaci.

Vzhledem ke zmíněné nejednotě navrhuje využívat termín bilaterální trénink jako obecný termín označující způsob intervence, který spadá pod neurovývojové přístupy. Pod bilaterální trénink pak spadají konkrétní metody (jež jsou využívány při terapiích). Metody mají pak své techniky, které jsou uplatňovány při tréninku různých činností za účelem znovuzískání konkrétní dovednosti. Trénink přitom může být prováděn podle určitého protokolu.

2 CÍL PRÁCE

Předchozí kapitoly představily bilaterální trénink jako možnost intervence u lidí s hemiparézou, která však není v České republice příliš známa. Byly také zmíněny problémy v terminologii, které se s bilaterálním tréninkem pojí. Na základě těchto skutečností byly definovány cíle práce.

2.1 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit přehled jednotlivých metod, při nichž se k rehabilitaci paretické horní končetiny využívá aktivita obou horních končetin, popsat jejich efektivitu a neurofyzilogické pozadí. Dílčím cílem práce je sjednotit terminologii využívanou v kontextu bilaterálního tréninku, respektive navrhnout hierarchii jednotlivých termínů a jejich členění.

2.2 Výzkumné otázky

Na základě cílů předkládané práce byly stanoveny následující výzkumné otázky:

1. Jaké metody spadají do bilaterálního tréninku?
2. Jakou efektivitu tyto metody mají?
3. Jaké je jejich neurofyzilogické pozadí?

3 METODOLOGIE

Tato kapitola bude sloužit jako stručné představení postupu vyhledávání, volby klíčových slov a způsobu čištění dat.

3.1 ÚKOLY A POSTUP PRÁCE

K napsání rešeršní práce je zapotřebí stanovit si, jakým způsobem a kde budou data vyhledávána. Zdroje informací pro rešeršní práci bývají především články, knihy, ale například i sborníky z konferencí. K těmto zdrojům dat umožňují přístup databáze.

Nejprve tak musely být zvoleny databáze, které jsou dostupné ze sítě Univerzity Karlovy. Vzorek byl tak tvořen jednooborovými databázemi jako je *BMČ (Bibliographia medica Českoslovaca)*, *Embase-OVID*, *Evidence Based Medicine Reviews OVID*, *Medline (OVID)*, *MicroMedex*, *PubMed*, *TOXNet* a *UpToDate*. Do multioborových databází jsou pak zařazeny *EBSCOHost*, *Google Scholar*, *Science Direct*, *Web of Science* a *Scopus*.

Aby mohla být diplomová práce napsána, je důležité mít možnost přečíst si plné texty původních článků. Z toho důvodu byly do užšího výběru zařazeny jen ty databáze, které

obsahují i plné texty. Byly vyřazeny databáze jako TOXNet či MicroMedex pro svou souvislost s farmakologií.

Z užšího vzorku pak byly vybrány databáze Science Direct, Pubmed Central a OVID Evidence Based Medicine Reviews.

Původním záměrem bylo prohledat *Cochrane Database*, která obsahuje kvalitní rešeršní články. Ukázalo se však, že databáze respektive informační zdroj Evidence-Based Medicine Reviews (OVID) pod sebou zahrnuje právě Cochrane Database a mnohé další databáze jako například *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *Cochrane Central Register of Controlled Trial* nebo například *Database of Abstracts of Reviews of Effectiveness*. Výhodou tohoto informačního zdroje navíc je, že je propojen s *Medline* a je tak snazší se dostat k plnému textu a také například omezit vyhledávání. (1. LF UK). Lze shrnout, že dle informací na webových stránkách 1. LF UK by se měla Evidence Based Medicine Reviews soustředit zejména na vyhledávání kvalitních rešerší a klinických studií. (1. LF UK).

Science Direct je jednou z největších plnotextových databází. Jejím producentem je Elsevier (stejný producent jako u databáze Scopus, která je však pouze bibliografická a citační). (1. LF UK).

PubMed Central je velmi populární oborová databáze. K abstraktům uložených na PubMed se lze dostat i přes volný internet, což je hlavním důvodem její oblíbenosti. Zároveň však tato je tato databáze pomocí linkovací služby propojena s dalšími databázemi a sama obsahuje u některých článků plné texty nebo odkazy na stránky vydavatele. Obsahuje záznamy z databáze Medline (OVID) a Life-Science časopisů, ale i z e-knih (1. LF UK).

3.2 KLÍČOVÁ SLOVA, KRITÉRIA ZAŘAZENÍ

V předvýzkumu byl proveden brainstorming klíčových slov (*bilateral or bimanual: training, therapy, practice, method, two hands: training, therapy, practice, method, both hands movement, technique, activity*).

Na základě předvýzkumu k práci (který byl prováděn v březnu roku 2017) byla stanovena následující klíčová slova, která poskytovala nejvíce relevantních výsledků:

„*bilateral training*“

„*bimanual training*“

„*bilateral method*“

„*bimanual method*“

„*bilateral therapy*“

„*bimanual therapy*“

„*bilaterální trénink*“

„*bimanuální trénink*“

„*bilaterální metoda*“

„*bimanuální metoda*“

„*bilaterální terapie*“

„*bimanuální terapie*“

3.3 ZPŮSOB HLEDÁNÍ

Cílem práce je mimo jiné utřídit pojmy vztahující se k zapojení obou horních končetin do aktivit při rehabilitaci. Hledání výrazu *bilateral training* v databázi Science Direct přineslo více než 3000 výsledků, z nichž se většina týkala oboustranné (bilaterální) aktivace nějaké části mozku a termín *training* se v textu vyskytoval spíše okrajově. Spojení několika výrazů pomocí užití booleovských operátorů AND / OR také přinesla obrovské množství často nesouvisejících výsledků. Hledané termíny tedy byly nakonec dány do uvozovek (vyhledávání přesného termínu), čímž se podařilo výsledky zredukovat.

3.4 VSTUPNÍ KRITÉRIA

Při vyhledávání článků je také důležité mít stanovena vstupní a výstupní kritéria. Vstupní kritériem byl anglický či český jazyk textu a přístup k plnému textu. Dalším kritériem byl rok publikování mezi 1975 až 2018.

Vyřazovacím kritériem pak byla nedostupnost plného textu z databází Univerzity Karlovy (v případě nutnosti byly články hledány i přes databázové rozhraní ukaz.cuni.cz, které by mělo zpřístupňovat texty všech databází), starší datum publikování a jiný jazyk, než výše zmíněné.

Možností výběru vzorku (v tomto případě článků) je i takzvaná metoda sněhové koule, kterou zmiňuje i například Disman (2011). Jedná se o způsob výběru, kdy nás původní informátor vede k jiným členům naší cílové skupiny. (Disman, 2011). Tento výběr nemusí být dle některých odborníků špatnou volbou a za určitých okolností může být i relevantní (Hendl, 2005).

3.5 ANALÝZA DAT A JEJICH SUMARIZACE:

Tabulka 1 znázorňuje absolutní počty dohledaných článků při zadání konkrétních klíčových slov na daných databázích.

	bilateral therapy	bilateral method	bilateral training	bimanual therapy	bimanual training	bimanual method
SD	97	137	187	32	142	80
OVID	10	6	38	16	78	0
PM	15	8	55	23	94	3-3

Tabulka 1: Počet dohledaných článků

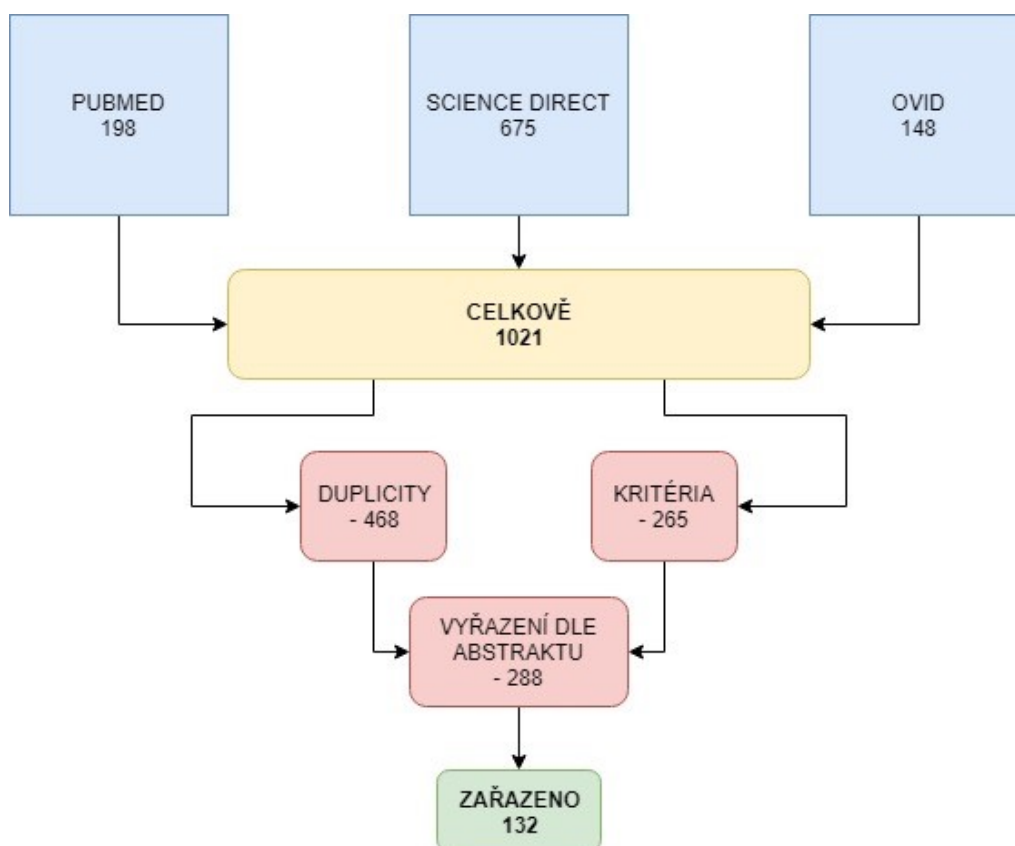
Prohledáním databází se podařilo nalézt celkově 1021 výsledků, mnoho z nich však neodpovídalo hledané problematice (mnohé z výsledků se týkaly gynekologie, oftalmologie či například chirurgie). Při zadání českých výrazů nebyly ve vybraných databázích nalezeny žádné články.

3.6 ČIŠTĚNÍ DAT

Po prohledání databází byla čištěna data. Na základě názvu se podařilo odstranit 402 článků, které zjevně nesouvisely s hledaným tématem. Všechny výsledky byly sloučeny nejprve v rámci jednotlivých databází a posléze do jednoho dokumentu a byly zbaveny duplicit. Po vyselektování duplicit zbylo celkově 462 článků.

Následně byl u každého z článků zkontrolován jazyk a rok publikace. Zbylé články byly poté vyhledávány přes databázové rozhraní Univerzity Karlovy ukaz.cuni.cz, aby byly vyloučeny ty výsledky, u nichž není umožněn přístup k plnému textu. Schéma čištění dat je znázorněno na Obrázku 1.

Ukázalo se ale, že databázové rozhraní ukaz.cuni.cz nevyhledá některé texty, k nimž je umožněn přístup přes linkovací službu sfx⁷. Z toho důvodu tak byly jednotlivé články, jejichž fulltext se nepodařilo přes databázové rozhraní najít, vyhledávány přes volný internet.



Obrázek 1: Schéma čištění dat

3.7 KÓDOVÁNÍ DAT

Z původních 1021 nalezených článků, bylo výsledně zařazeno 132 článků. Pro lepší orientaci v nalezených člancích, je bylo zapotřebí utřídit do kategorií. V kvalitativních studiích se k tomuto účelu doporučuje tzv. kódování. Jedná se o operace, při nichž jsou data rozebrána a následně složena novým způsobem. (Švaříček a Šed'ová, 2007; Hendl, 2005). Účelem kódování v této práci je kategorizovat sebíraná data do několika základních skupin.

Způsob rozřazení do těchto skupin byl inspirován prací Stoykov et al. (2009) a Wolf et al. (2014). Stoykov a Corcos (2009) ve své rešeršní práci popisuje bilaterální trénink, jež je pro ně slovem nadřazeným a zahrnuje pod něj metodu zvanou *bilaterální izokinematický trénink*, *zrcadlovou terapii využívající bilaterální trénink*, *přístrojově řízený bilaterální*

⁷ Jedná se o OpenURL linkserver SFX (Ex Libris), který zajišťuje propojení na plné texty dokumentů z bibliografických, indexových, abstraktových databází a z vyhledávacích služeb a také propojení na další relevantní on-line služby prostřednictvím jednotné nabídky knihovnických služeb. (LF1 UK).

trénink a bilaterální motorický priming. Všechny zmíněné metody budou více rozebrány v kapitole 4. (Výstupy řešerše).

Na základě předběžných výsledků bylo stanoveno 5 hlavních skupin, které spadají pod zastřešující pojem bilaterální trénink. Jsou to metody stojící na principu vizualizace a zrcadlových neuronů, dále pak skupina cvičení, která využívá synchronního pohybu obou horních končetin, poté se jedná o přístupy, které pracují s oběma horními končetinami při kooperačních úkolech, další skupinou je asistovaný pohyb obou horních končetin – respektive spojení obou horních končetin, kdy paretická končetina vede pohyb končetiny neparetické, založený na neurofyziologickém podkladě a poslední velkou skupinou je přístrojový bilaterální trénink.

4 VÝSTUPY REŠERŠE

V předchozí části diplomové práce byla nastíněna problematika spojená s bilaterálním tréninkem. Zároveň byly popsány cíle práce a metodologie. Tato část blíže představuje konkrétní výstupy a odpovědi na výzkumné otázky. Kapitola je uzavřena velkou přehledovou tabulkou (Tabulka 2).

4.1 NEUROFYZIOLOGICKÉ POZADÍ BILATERÁLNÍHO TRÉNINKU

Důležitost koordinace obou horních končetin pro aktivity běžného života je podle Sainburga et al. (2013) naprosto evidentní. Horní končetiny pracují jako koordinovaná jednotka, přestože každá z nich má na starosti jiný úkol (například krájení chleba, mytí nádobí, zapínání knoflíků či přenášení těžkých předmětů). Tato skutečnost je i jednou ze základních teorií pro vývoj a použití bilaterálního tréninku.

Přestože používání obou horních končetin je přirozené, bylo zapotřebí objasnit, na jakých principech funguje bilaterální trénink. Shrnutí provedl v rešerši Pollock et al. (2014). Dle těchto autorů je klíčovým faktorem úspěchu bilaterálního tréninku jev zvaný *interlimb coupling* (vazba mezi končetinami), o které se předpokládá, že vyvažuje interhemisférickou inhibici, aktivuje postiženou hemisféru (Stinear, 2008) a zlepšuje motorickou kontrolu postižené končetiny (McDermott a Korner-Bitensky, 2012).

Teorie bilaterálního tréninku se opírá o práci Kelsa (1979). Ten před téměř čtyřiceti lety přišel s tezí, že v průběhu simultánního pohybu dochází v obou hemisférách ke stejné reprezentaci pohybu a zaobíral se vazbou mezi končetinami. (Shumway-Cook a Wollacott, 2001). Interlimb coupling, tedy vazbu mezi končetinami, popisují Arya a Pandian (2014). Koordinace končetin (horních i dolních) je způsobena časoprostorovou vazbou pohybů.⁸ Tato vazba vyžaduje interakci v segmentální kinematice, kloubní dynamice a svalové aktivitě. Neuroanatomické a neurofyziologické propojení na míšní a mozkové úrovni je pak zodpovědné za koordinaci a právě tomuto propojení se říká *neural coupling* (nervová vazba). V případě provázanosti mezi končetinami se pak volí již zmíněný termín interlimb coupling.

⁸ Tendence k časoprostorové vazbě bývá velmi často znázorňována na úkolech, kdy má každá horní končetina kreslit jiný tvar. Po čase však mají oba tvary tendenci vypadat stejně. (Garbarini et al., 2013). Zároveň existuje experiment, že výkon paretické horní končetiny se zlepšuje, pokud kruhy současně kreslí i neparetická horní končetina. Musí se však jednat o symetrické úkoly. (Volman et al., 2002).

Pokud bychom měli popsat anatomické struktury, které jsou za toto propojení zodpovědné, jedná se dle zmíněných autorů především o *corpus callosum*, nejznámější strukturu, která zajišťuje interhemisferickou komunikaci.

Corpus callosum (kalózní těleso) je nejaktivnější při úkolech vyžadujících intenzivní bimanuální koordinaci, přičemž reguluje prostorový aspekt těchto úkolů. Kalózní těleso je tvořeno nerovnými strukturovanými vlákny, která přenášejí informaci týkající se funkčního rozdílu mezi kortikálními oblastmi. Tato vlákna hrají primární roli v bimanuální koordinaci indukci synchronizované aktivity neuronů a dalším zpracování informací. (Arya a Pandian, 2014). Ipsilaterální hemisféra cestou ventrální a laterální pyramidové dráhy má však také nepřímou roli v bimanuálních pohybech. (Arya a Pandian, 2014).

Koordinace pohybu končetin je zprostředkována sdílenou korovou reprezentací horních a dolních končetin.⁹ (Arya a Pandian, 2014; Ehrsson et al., 2009).

Vazba mezi končetinami pro lokomoci je ovládána především na míšní úrovni takzvanými CPG (*central pattern generators - centrální generátory vzorců*)¹⁰. Jedná se o funkční síť nervových buněk, které se nachází v míše a jsou zodpovědné za specifické spontánní, mimovolní a rytmické pohyby, jako je například chůze, tanec nebo například plavání. (Guertin, 2009; Arya a Pandian, 2014). Centrální generátory mohou také za provázanost rytmických pohybů horních končetin, avšak vazba je slabší než vazba pro dolní končetiny (Arya a Pandian, 2014). Ztráta propojení mezi hemisférami může narušit mnohé pohybové vzorce avšak CPG přitom mohou být neporušeny a mohou stále produkovat spojené rytmické pohyby. Supraspinální struktury jako SMA (*supplementary motor area - suplementární motorická oblast*), cerebellum (mozeček) a mezencefalická lokomoční oblast

⁹ Toto tvrzení zakládají autoři na základě článku, který publikoval Ehrsson et al. (2009). V jejich pokusu byla měřena aktivita při synchronním pohybu kotníku a zápěstí (stejnsměrný a protisměrný pohyb). Cílem autorského kolektivu bylo zjistit, zda je simultánní pohyb končetin koordinován díky sdílení motorické reprezentace obou horních končetin, anebo zda k tomu využívá zapojení specifických nervových populací. Ukázalo se, že není rozdíl v tom, jestli je simultánní pohyb prováděn ve stejném nebo v opačném směru. Navíc se v některých oblastech reprezentace izolovaného pohybu zápěstí překrývala s izolovaným pohybem kotníku. (Konkrétně se jednalo o kontralaterální ventrální premotorické oblasti, dorzální premotorické oblasti, SMA, parietálním operkulum a posteriorní parietální kortex). Důležité je, že simultánní pohyby aktivovaly stejný set oblastí spjatých s motorikou, jaký byl aktivní v průběhu izolovaného pohybu. V kontralaterálním ventrálním premotorickém kortexu, dorzálním premotorickém kortexu a v parietálním operkulu byla naměřena nižší aktivita v průběhu simultánních pohybů než pro součet aktivity dvou izolovaných pohybů. Celkově tak aktivita ve ventrálním premotorickém kortexu a parietálním operkulu byla prakticky stejná nehledě na to, jestli se hýbalo pouze zápěstí, pouze kotník nebo obojí najednou. Autoři tak shrnují, že koordinace mezi končetinami je zprostředkována motorickou reprezentací, která je sdílena oběma končetinami.

¹⁰ Seskupení neuronů produkující rytmické aktivace neuronů. Jedná se o pohyby a reflexy, které nevyžadují řízení z vyšších center CNS a jsou řízeny lokálními nervovými okruhy. Patří sem například dýchání (centrum v prodloužené míše), lokomoce, ale i polykání. Existují studie, které zmiňují, že při lézi hemisféry mohou být centra CPG aktivována skrz propriospinální neurony. (Druha in Švestková et al., 2017).

hrají důležitou roli ve vazbě mezi CPG pravé a levé horní končetiny. Dle Aryy a Pandiana (2014) pak tyto centrální generátory pohybu společně s dominantní hemisférou ovládají časový aspekt pohybu.

Předmětem diplomové práce je však ovlivnění horních končetin. Sainburg et al. (2013) uvádí, že koordinace horních končetin by logicky měla vyžadovat vlastní nervový řídicí mechanismus. Donchin et al. (1999) prezentoval ve své studii výsledky EEG¹¹, které ukazovaly na specifickou aktivaci v SMA (suplementární motorická kůra)¹² v průběhu bimanuálních pohybů. Výstupem studie tak byla domněnka, že lézí v SMA by mohla být narušena vazba mezi horními končetinami.

Arya a Pandian citují jiné autory (Debaera et al., 2001), kteří podporují tuto domněnku, neboť uvádí, že u primátů i u lidí dochází při poškození suplementární motorické oblasti (SMA) k narušení schopnosti koordinovat horní končetiny. Jak ale Arya a Pandian (2014) i Sainburg et al. (2013) dodávají, jiné studie identifikovaly specifické neurony pro bilaterální pohyb jak v SMA, tak v primárním motorickém kortexu (např. Donchin et al., 2002).¹³

Novější studie od Dietze et al. (2015) poukazuje na to, že při kooperativních pohybech horních končetin je kromě primárního motorického kortexu (M1), suplementární motorické oblasti (SMA), premotorického kortexu (PMC) a mozečku¹⁴ navíc aktivována sekundární somatosenzorická kůra (S2). Při funkční analýze propojení se ukázalo, že aktivita S2 obou hemisfér bývá propojena pouze při kooperativních úkolech. Z toho důvodu se předpokládá, že se oblasti S2 podílejí na generování bilaterální odpovědi na specifickou úlohu jako reakce na unilaterální stimulaci v průběhu úlohy. (Dietz a Schrafl-Altermatt, 2016). Pozorování, která Dietz učinil, vedou k závěru, že při řízení kooperativních pohybů končetin, se uplatňují nejen zkřížené dráhy, ale i ipsilaterální, nekřížící se supraspinální dráhy. K tomuto závěru dospěl na základě pozorování latence v EMG odpovědi, která následovala po jednostranné stimulaci.

¹¹ EEG: Elektroencefaloografie – vyšetření zachycující aktuální elektrickou aktivitu v mozku.

¹² Suplementární motorická oblast je část premotorické kůry. Je považována za místo, kde vzniká podnět k pohybu. Podílí se také na aktivaci proximálních svalů končetin při provádění bilaterálních pohybů. (Druga et al., 2011). Její narušení má nejspíš dopad na bimanuální koordinaci (Vyskotová a Macháčková, 2013)

¹³ Podobným tématem se zabýval například i Neva et al. (2012). Ten prováděl experimenty, při kterých byly měřeny motorické evokované potenciály m. extensor carpi radialis při bilaterálních, osově symetrických stejnofázových a protifázových pohybech. Na základě výsledků experimentu postuloval domněnku, že simultánní aktivita homologních M1 reprezentací v obou hemisférách v kombinaci s aktivitou premotorické oblasti vede ke zvýšení plasticity mozku. Děje se tak právě díky zvýšení rozsahu reprezentace trénovaných svalů v M1.

¹⁴ Tyto oblasti se aktivují i při izolovaných bimanuálních pohybech- například supinace a pronace.

Ukázalo se totiž, že obě končetiny se uvolňují se stejnou latencí. (Dietz et al., 2015; Dietz a Schrafl-Altermatt, 2016). Ipsilaterální vzestupné dráhy mohou tak být zapojeny do zprostředkování sdíleného senzorického vstupu z obou rukou do oblastí S2 obou hemisfér. To znamená, že v průběhu kooperativního úkolu je každá horní končetina pod kontrolou obou hemisfér. (Dietz a Schrafl-Altermatt, 2016).

Bimanuální pohyb horní končetiny je dle Ayry a Pandiana (2014) závislý distribuované kortikální vazbě. Běžné bimanuální úkoly způsobují dle autorů bilaterální rozšíření nervové sítě v primárním senzomotorickém kortexu, růst sítě v cingulární motorické oblasti, dorsálním premotorickém kortexu a posteriorním parietálním kortexu.

Koordinované bimanuální pohyby jsou zajištěny existencí silné nervové vazby mezi dvěma hemisférami a jsou výsledkem potlačení *bilaterální interference*. (Arya a Pandian, 2014). Bilaterální interference je tendence pohybů jedné končetiny narušit plánovaný pohyb prováděný současně druhou horní končetinou, která se často vyskytuje při plnění úkolů vyžadujících rozdílné plánování pohybu horních končetin v průběhu senzomotorické adaptace (Wang et al., 2010).

Po stimulaci nepostižené strany dochází k nenarušenému přenosu eferentního reflexu na svaly postižené horní končetiny, což poukazuje na vliv motorických řídicích center nepostižené strany na postiženou horní končetinu. Naproti tomu se vyskytuje porušená nervová vazba s narušeným zpracováním aferentních vstupů na postižené straně. Tato diskrepance mezi převážně zachovalým eferentním výstupem a narušeným zpracováním aferentního vstupu z paretické končetiny může být způsobena přenosem eferentních vstupů na kontralaterální stranu prostřednictvím alternativních nervových okruhů, případně ipsilaterálními nezkříženými, kortikospinálními nebo kortikoretikulospinálními drahami nepostižené hemisféry. Latence odpovědi na stimulaci nepostižené horní končetiny je u osob po poškození mozku na postižené horní končetině často kratší než latence odpovědi u zdravých subjektů. Znamená to pravděpodobně nábor ipsilaterálních alternativních drah kompenzujících defektní interhemisferickou interakci. (Edwards et al., 2013; Arya a Pandian, 2014, Sainburg et al., 2013). Skutečnost, že retikulospinální dráha by mohla alespoň zčásti nahradit funkci pyramidové dráhy, zmiňuje i Druga (in Švestková et al., 2017).¹⁵ Retikulospinální dráha je dle autora zodpovědná za nárůst aktivity flexorů.

¹⁵ Dle Drugy vyvolává stimulace dráhy bilaterální aktivitu. Preferenčně facilituje stejnostranní flexory a tlumí extenzory, kontraletarálně aktivuje extenzory a tlumí flexory. (Švestková et al., 2017).

4.1.1 Vyvažování interhemisférické inhibice (disinhibice)

K pochopení tohoto mechanismu je zapotřebí připomenout si křížení hlavní kortikospinální dráhy. Pohyb horní končetiny je iniciován z kontralaterální hemisféry. Ta je přes kalózní těleso propojena s druhostrannou hemisférou. Pokud tedy chceme hýbat pouze jednou horní končetinou, musí kontralaterální hemisféra inhibovat aktivitu ipsilaterální hemisféry, aby nedošlo k zrcadlovým pohybům na druhé horní končetině. Duque et al. (2004) shrnuje, že pokud je používána pouze jedna horní končetina, dochází za normálních okolností k inhibici ipsilaterální hemisféry, aby tak bylo zabráněno zrcadlovým pohybům druhé horní končetiny.

McCombe Waller a Whitall (2008) popisují, že při transkraniální magnetické stimulaci¹⁶ v průběhu bilaterálních pohybů došlo ke snížení intrakortikální inhibice. Naproti tomu při pohybu pouze jedné horní končetiny došlo k inhibici stejnostranné hemisféry. (Např. Stinear a Byblow, 2002).

Cauraugh a Summers (2005) citují mnohé autory, kteří dokládají, že při jednostranném postižení mozku (například cévní mozková příhoda), může dojít k narušení transkalózní inhibice. V nepostižené hemisféře je generována normální úroveň transkalózní inhibice. Tím dojde k potlačení excitability primární motorické oblasti na straně léze. (Stinear et al. 2008 cituje Murase et al., 2004). Snížením excitability na straně léze dojde i ke snížení inhibice přes kalózní těleso (Stinear et al., 2008) a tento stav může ústít v hyperexcitabilitu nepostižené hemisféry¹⁷. Výsledkem takto zvýšené aktivace nepostižené hemisféry je pak opět inhibice postižené hemisféry. Inhibice aktivity postižené hemisféry snižuje funkční zotavení (Cauraugh a Summers, 2005; Rossini et al., 2003, Hummel a Cohen, 2006).

Pokus, který dle Cauraugh a Summerse (2005) tuto teorii podporuje, provedl Foel et al. (2004). U pacientů v chronické fázi po poškození mozku byla podáním anestetika dočasně umrtvena zdravá horní končetina, což mělo teoreticky vést ke snížení abnormální úrovně inhibice postižené hemisféry. U těchto pacientů došlo ke zlepšení funkce postižené horní končetiny.

Lze shrnout, že při bilaterálním symetrickém pohybu dochází k aktivaci obou hemisfér a intrakortikální inhibice je potlačena. (Stinear a Byblow, 2002 citováno Cauraughem a Summersem, 2005). Interhemisférická interakce je tak nutná pro normální volní pohyby a

¹⁶ Metoda využívající silné magnetické pole k ovlivnění mozkové aktivity (popis dle Tučka, 2002).

¹⁷ Hemisféry, která je na stejné straně jako paretická horní končetina.

provádění bilaterálně symetrických úkolů slouží k normalizaci transkalózní inhibice a ovlivňuje a facilituje motorický výstup z postižené hemisféry. (Cauraugh a Summers, 2005; Ferbert et al. (1992) in Cauraugh a Summers. (2005)).

4.1.2 Aktivace postižené hemisféry

Aktivace postižené hemisféry zmíněná Cauraughem et al. (2005) je přímo spojená s vyvažováním interhemisférické inhibice a již zmíněným nábořem ipsilaterální pyramidové dráhy a dalších extrapyramidových drah. Zvýšení aktivace postižené hemisféry (respektive obou hemisfér, tedy i postižené) při bilaterálním tréninku popisují McCombe Waller a Whitall (2008). Popisují totiž, že po krátkém bilaterálním tréninku nejenže dojde ke snížení transkalózní inhibice, ale zároveň dojde ke zvýšení aktivace v obou hemisférách, zatímco jednostranný trénink zvyšuje facilitaci a snižuje inhibici pouze kontralaterální hemisféry. (McCombe Waller et al., 2008; McCombe a Whitall, 2008)

Pilotní studie provedená u dvou pacientů v akutní fázi mozkové příhody ukázala, že na funkční magnetické rezonanci dochází při bilaterálním odporovém tréninku k významné aktivaci postižené hemisféry. (Staines et al., 2001).

McCombe a Whitall (2008) popisují, že díky bilaterálnímu tréninku se více aktivují i nezkřížená ipsilaterální kortikospinální dráha a dráhy mozkového kmene jako je rubrospinální dráha a propriospinální dráha. (Stinear a Byblow, 2004; Druga in Švestková et al., 2017). Aktivaci ipsilaterální dráhy při bilaterálním tréninku zmiňuje i Pfeifer (2007). Ten píše, že při bilaterálním tréninku (například sepnuté horní končetiny, pacient provádí flexi a extenzi v ramenním kloubu, nebo addukci a abdukci sunem po podložce) se zjevně aktivuje nezkřížená pyramidová dráha a tedy i postižená hemisféra. Druga (in Švestková et al, 2017) také popisuje úlohu propriospinální dráhy při rehabilitaci u pacientů s hemiparézou.

Arya a Pandian (2014) pak popisují, že běžné bimanuální úkoly způsobují bilaterální rozšíření nervové sítě v primárním senzomotorickém kortexu, cingulární motorické oblasti, dorsálním premotorickém kortexu a posteriorním parietálním kortexu.

Na efekt bilaterálního tréninku na aktivaci mozkových hemisfér se zaměřil Noble et al. (2014), avšak soustředil se na trénink dolních končetin. Ve studii byla pacientům, kteří prováděli kontrakci *mm solei* prováděna funkční magnetická rezonance. Ukázalo se, že při takto prováděné kontrakci byla vyšší aktivace korových i podkorových center při bilaterálních pohybech. (Noble et al., 2014).

Skutečnost, že při bilaterálním tréninku dochází k aktivaci postižené hemisféry, okrajově zmiňuje i Pfeiffer, který uvádí, že to co koná jedna ruka, je pomocí komisurálních vazeb přeneseno do opačné hemisféry.

Za zmínku však stojí článek od Renner et al. (2005), který dokládá rozdílný efekt bilaterálního tréninku u osob po cévní mozkové příhodě a u zdravých osob. V experimentu prováděném u celkem 25 osob byly měřeny motorické evokované potenciály v průběhu bilaterálního izometrického svírání rukojeti. U zdravých osob zůstala při současné aktivaci horních končetin excitabilita v motorickém kortexu nedominantní hemisféry stejná. Autoři soudí, že facilitace kontralaterální horní končetiny brání u zdravých osob další aktivaci ipsilaterální horní končetiny. U pacientů po cévní mozkové příhodě ale simultánní aktivita obou horních končetin ústila ve vyšší aktivaci ve srovnání s aktivací pouze postižené horní končetiny, což je v souladu s předešlými uváděnými experimenty.

4.1.3 Zlepšení motorické kontroly

McDermott a Korner-Bitensky (2012) pak uvádí, že díky mozkové plasticitě a kortikální přestavbě dojde po bilaterálním tréninku ke zlepšení motorické kontroly postižené horní končetiny. Lze tedy shrnout, že díky plasticitě mozku vedou aktivace postižené hemisféry, vyvažování interhemisférické inhibice a aktivace náhradních okruhů ke zlepšení pohybového výkonu postižené horní končetiny.

4.1.4 Shrnutí kapitoly

Tato kapitola popisovala neurofyzilogické pozadí bilaterálního tréninku. Přes databáze UK se podařilo dohledat množství článků, které souhrnně popisují možné zdůvodnění efektu bilaterálního tréninku. Existuje řada různých teorií a mechanismus působení bilaterálního tréninku se stále zkoumá. Na základě dohledaných studií lze shrnout, že bilaterální trénink umožňuje modulaci transkalózní inhibice a tím brání hyperexcitabilitě nepostižené hemisféry. Vzhledem k tomu, že při bilaterálním tréninku dochází i k aktivaci ipsilaterální kortikospinální dráhy, ale i dalších extrapyramidových drah a může bilaterální trénink vést k lepšímu motorickému výkonu.

4.2 SKUPINY BILATERÁLNÍHO TRÉNINKU

Jak již bylo zmíněno, na základě neurofyzilogického principu byly jednotlivé metody, které spadají pod termín bilaterální trénink rozčleněny do pěti skupin. V rámci následujících kapitol budou vždy jednotlivé skupiny stručně představeny a následně budou popsány konkrétní metody, které do daných skupin spadají.

4.3 KOMPLEXNÍ ÚKOLY PROVÁDĚNÉ OBĚMA HORNÍMI KONČETINAMI

V této kapitole budou popsány metody, které stojí na plnění komplexních úkolů oběma končetinami současně. Většina každodenních úkolů vyžaduje používání obou horních končetin. Rose a Winstein (2004) zmiňují například činnosti jako je chytání míče, zavazování tkaniček, hnětení těsta ale i hraní na piano nebo například komunikaci v cizím jazyce. Metody spadající do této skupiny jsou zpravidla popisovány jako nástroj intervence u dětí s dětskou mozkovou obrnou s jednostranným postižením, přičemž plasticita mozku a neustálé opakování jsou považovány za klíčové faktory, které stojí za efektem těchto metod (např. Charles a Gordon, 2006).

4.3.1 HABIT – Hand Arm Bimanual Intensive Therapy (Intenzivní bimanuální terapie rukou a paží)

Intenzivní bimanuální terapie rukou a paží vznikla v reakci na nedostatky v dnešní době populární CIMIT (*Constraint Induced Movement Therapy*) při terapiích dětí s jednostranným projevem dětské mozkové obrny (Gordon et al., 2007). Přestože CIMIT se těší velmi dobrým výsledkům, bohužel se nedá indikovat všem pacientům. Znehybnění zdravé horní končetiny je psychicky náročné a navíc je nutné mít zachovanou určitou hybnost na paretické horní končetině (Kwakkel et al., 2015). Tyto skutečnosti jsou velkou nevýhodou pro indikaci CIMIT zejména u dětské populace.

Charles a Gordon (2006) spatřují problém v tom, že hlavním cílem CIMIT je překonat naučené nepoužívání. Děti s dětskou mozkovou obrnou však horní končetinu nikdy nevyužívaly a musí tak překonávat „vývojové nepoužívání“. Druhým důvodem je skutečnost, že znehybnění nepostižené končetiny u dětí (zvláště sádrou) je potenciálně invazivní. Jako třetí argument předkládají autoři citace některých článků (například Sunderland a Tuke, 2005), které upozorňují, že úspěch CIMIT je spíše než znehybněním končetiny dán velmi intenzivním procvičováním. Popisují také, že pro CIMIT nejsou vždy dobře zvoleny funkční výstupy. Jednostranné postižení podle autorů příliš neovlivní funkční nezávislost a kvalitu

života, neboť činnosti jako česání, čištění zubů a pití mohou být dobře vykonávány nepostiženou horní končetinou. Děti jsou pak navíc zběhlí v kompenzačním jednostranném využívání nepostižené horní končetiny při úkolech, které dospělí provádí bimanuálně. Tyto kompenzace jsou však silně neefektivní a trvají déle než provádění stejného úkolu oběma horními končetinami. Navíc mohou být tyto kompenzace naučeny a komplikovat následnou rehabilitaci. Výhodnější než jednostranný trénink je tak dle autorů funkční bilaterální provádění úkolů.

Ze zmíněných důvodů vyvinul kolektiv autorů v čele s Charlesem a Gordonem (2006) metodu zvanou HABIT. Jedná se o velmi intenzivní cvičební protokol, při němž si děti v závislosti na věku hrají, respektive repetitivně plní úkoly a tyto úkoly provádí oběma horními končetinami. Intenzita HABIT, podobně jako typy opakujících se úkolů byly přitom inspirovány právě CIMT. (Charles a Gordon, 2006).

Při plnění úkolů má dítě s DMO využívat svou postiženou horní končetinu pro ty části úkolů, které u dětí bez funkčního poškození plní nedominantní horní končetina. Například při kreslení obrázku má paretická horní končetina na starosti podání fixy, umístění papíru a jeho přidržení. Zdravá horní končetina pak kreslí. (Charles a Gordon, 2006).

Charles a Gordon (2006) popisují skupiny úkolů, které zahrnují *manipulační hry a úkoly, karetní hry, videohry, funkční úkoly, hrubou motoriku a umění a řemesla*. U každé z těchto skupin jsou obecně popsány pohyby horních končetin, které jsou vyžadovány (například videohry se zaměřují na použití prstů, při karetních hrách je trénována supinace atd.). U každé skupiny je také popsáno, jaký pohyb se má opakovat (například aktivní supinace zápěstí při bimanuálních úkolech v rámci hraní karetních her). Dále je uvedeno, jak vypadá provedení celého úkolu, tedy jaké pohyby jsou nutné pro jeho dokončení (například pro karetní hry to je vedle supinace i precizní úchop a schopnost extenze zápěstí) a jakou funkci zde bude plnit postižená i nepostižená horní končetina (zda bude mít funkci stabilizační, asistující nebo například manipulační a jakým způsobem lze úkol stupňovat).

Repetitivní úkoly jsou podobné shapingu v CIMT. Například po dostavení kostiček z lega má dítě za úkol je co nejrychleji naskládat do krabice. Terapeut přitom zaznamenává, kolik kostiček dítě umístilo za dobu 30 sekund. Charles a Gordon (2006) píší, že takto symetricky prováděný úkol umožňuje procvičování cílených pohybů s posíleným nervovým inputem z nepostižené strany.

Autoři navíc rozlišují jednotlivé úkoly podle toho, jestli je cílem dokončit celý úkol (jako například u aktivity kreslení obrázku, která zahrnuje jak přípravu, tak vlastní kreslení) anebo, zda se jedná jen o procvičování dílčí komponenty činnosti. V případě, že dítě nepostupuje podle zadaného úkolu, je opraveno a úkol opakuje. HABIT využívá doslovných pokynů.

Friel et al. (2016) uvádí, že je zřejmé, že HABIT vede ke zlepšení funkčních schopností. Cílem jeho studie bylo porovnat efekt strukturovaného a nestrukturovaného tréninku na výsledky JTHFT (*Jebsen Taylor Hand Function Test - Jebsen – Taylor test funkce horních končetin*)¹⁸, AHA (*Assisting Hand Assessment*)¹⁹ - *Hodnocení pomocné (postižené) horní končetiny*) a COPM (*Canadian Occupational Performance Measure – Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání*)²⁰. Použili transkraniální magnetickou stimulaci ke zmapování reprezentace flexoru carpi radialis a prvního dorzálního interosseálního svalu bilaterálně. Děti s jednostrannou spastickou mozkovou obrnou absolvovaly terapii po dobu třech týdnů ve frekvenci 6 hodin za den. Strukturovaný trénink zahrnoval tři hlavní komponenty 1) navyšování složitosti úkolu, 2) opakování procvičování izolovaných pohybů, které jsou součástí komplexnějších úkolů a 3) opakování funkčních úkolů jako je například zavazování tkaniček. Při nestrukturovaném tréninku děti také využívaly obě horní končetiny, ale nebyly procvičovány izolované pohyby, ani nebyla navyšována složitost úkolů. U obou skupin došlo ke zlepšení používání obou horních končetin dle AHA a obratnosti horní končetiny dle JTHFT. Avšak pouze u skupiny, která prováděla strukturovaný trénink, došlo ke zvětšení mozkové mapy a amplitudy v evokovaných potenciálech. Zároveň u těch dětí, u kterých došlo k nejvyššímu zlepšení dle COPM došlo i k největšímu zvýšení mozkové mapy. Dle autorů tak tato studie vnáší světlo do pochopení mozkové plasticity. Díky nestrukturovanému tréninku dochází sice ke zlepšení funkce, ale nedochází ke změnám motorických map. (Friel et al., 2016).

¹⁸ Jedná se o hodnocení horní končetiny při běžných aktivitách. Hodnocena je orientačně zručnost, svalová síla, jemná motorika a rozsah pohybu. Test je založen provádění sedmi funkčních úkolů, jako je například psaní věty, otáčení karet či simulace jedení. Úkoly se provádí dominantní i nedominantní horní končetinou. Čas provedení jednotlivých úkolů se poté porovnává s normami. (Krivošíková, 2011)

¹⁹ The Assisting Hand Assessment (AHA) je hodnocením bimanuální souhry postižené (assisting) a nepostižené horní končetiny u dětí od 18 měsíců do 12 s jednostranným postižením. Hodnocení se provádí tak, že se natočí video, jak i dítě hraje. Poté je hodnoceno 22 položek na 4bodové škále, přičemž maximum dosažených bodů značí, že dítě používá postiženou horní končetinu stejným způsobem, jako dítě bez funkčního poškození používá svou nedominantní končetinu. Hodnotí se například způsob úchopu předmětu, stabilita úchopu, jak rychle začne dítě používat postiženou horní končetinu a podobně. (CIMT, UK, 2018).

²⁰ COPM je hodnocení, které vzniklo v roce 1991. Jedná se o individualizované sebehodnocení. Jeho cílem je zachytit klientovo vnímání vlastní výkonnosti v subjektivně důležitých oblastech a zhodnotit osobní spokojenost. Cílem tak je zachytit klientovy priority v oblasti výkonu a zaměstnávání, zjistit problematické oblasti a porovnat vnímání vlastního výkonu. (Law et al., 2008).

4.3.1.1 Efektivita

V roce 2011 publikoval Gordon et al. (2011) randomizovanou studii, v níž porovnávali efekt CIMT a HABIT u 42 dětí s DMO ve věku od 3,5 do 10 let. Obě skupiny měly stejnou intenzitu intervence po stejný čas. Byl porovnáván výsledek v *JTTHF - Jebsen-Taylor Test of Hand Function* (Jebsen – Taylor test funkce horních končetin) a v *AHA (Assisting Hand Assessment- Hodnocení pomocné (postižené) horní končetiny* skóre. Měření zahrnovalo i GAS (*Goal Attainment Scale – Stupnice dosažení cílů*).²¹

U obou skupin došlo ke srovnatelnému zlepšení JTTHF a AHA testu. GAS ukazovala lepší přiblížení se cílům u skupiny HABIT než u CIMT. Autoři tak uzavírají, že CIMT i HABIT vedou u dětí s dětskou mozkovou obrnou ke srovnatelným výsledkům. Benefit HABIT může být ve větším přiblížení se individuálním cílům dle GAS.

Existuje i novější studie, v níž byl porovnáván vliv HABIT a mCIMT (Gelkop et al., 2014). Dvanáct dětí ve věku od 2,5 do 7 let bylo po 8 týdnech konvenční terapie randomizovaně rozděleno do dvou skupin: skupina mCIMT a HABIT. Oběma skupinám byla přitom poskytována intervence 2 hodiny za den, 6 dní v týdnu po dobu 8 týdnů. (Gelkop et al., 2014).

Děti byly testovány pomocí AHA 2 měsíce před intervencí, bezprostředně před intervencí, bezprostředně po intervenci a 2 měsíce po skončení intervence. U obou skupin bylo srovnatelné zlepšení, které zůstalo i po 6 měsících od prvního měření. Výsledky tak naznačují, že obě terapie poskytované ve školním zařízení mohou vést ke zlepšení bimanuálních funkcí a pohybových vzorců horních končetin. (Gelkop et al., 2014).

Jiný článek, v němž je také srovnávám efekt CIMT a HABIT u dětí s DMO napsal Hung et al. (2011). Dvacet dětí bylo náhodně rozděleno do dvou skupin. Obě intervence probíhaly 6 hodin denně po dobu 15 dnů. Cílem bylo zhodnotit bimanuální koordinaci. Hung si k tomu vybral pouze jeden úkol (oblíbené otevírání a zavírání zásuvky). Examinátor (který nevěděl, o dítě ze které skupiny se jednalo) pak prováděl na základě záznamu

²¹ GAS je nástroj k hodnocení dosažení cílů. Poprvé bylo představeno autory Kiruskem a Shermanem v šedesátých letech minulého století. Principem tohoto hodnocení je stanovení cílů na pravidlech SMART (cíle musí být specifické, měřitelné, dosažitelné, realistické a časově ohraničené). Zároveň je na 4bodové stupnici stanovena jejich důležitost a obtížnost jejich dosažení. Po určité době je pak ohodnoceno, na 5bodové stupnici, zda se cíle podařilo dosáhnout, předčít, či zda nebyl naplněn a stanoveným vzorcem je vypočítáno celkové skóre. (Turner-Stokes, 2009).

z infračervených kamer kinematickou analýzu. Z experimentu vyplynulo, že u dětí, které absolvovaly HABIT došlo ke zrychlení pohybu a zlepšení koordinace.

Za zmínku stojí i aktuální článek od Menga et al. (2018), který porovnával HABIT s konvenční rehabilitací u 128 pacientů po cévní mozkové příhodě v akutní fázi. Ukázalo se, že ve Fugl Meyer hodnocení²² a ARAT (Action Research Arm Test)²³ došlo při frekvenci intervence 2 hodiny / den k významnému zlepšení u skupiny praktikující HABIT. Je však nutné dodat, že Meng et al. (2018) využíval modifikaci HABIT, která zahrnovala trénink ovládnutí pletence ramenního (posilování ramenního svalstva, myodynamiky a stability proti odporu a pomocí závaží), trénink hmatové percepce (trénink taktilního čítí, percepce a diskriminace), nácvik bimanuální koordinace za použití obou horních končetin (například oblékání a svlékání, zapínání knoflíků) a funkční trénink končetin zahrnující například psaní a kreslení s křížením středové čáry či střihání papíru.

Dle dalších autorů se ukazuje, že HABIT může být využíván i v domácím prostředí (home – HABIT, nebo též H-HABIT). V experimentech absolvovali pečující školení v provádění HABIT. Došlo přitom ke zlepšení šikovnosti a výkonu v nastavených funkčních cílech. (Ferre et al., 2017). V jiné studii od stejné autorky vykazovaly děti při intervenci zlepšení v AHA, COPM a úroveň stresu pečujících měřená pomocí Parenting Stress Index (Dotazník rodičovského stresu)²⁴ a diáře zůstávala v průběhu intervence bez změny, přičemž pečující vykazovali dobrou compliance. (Ferre et al., 2015).

Randomizovanou studii na stejné téma provedl Hung et al. (2017, a). Ten k měření pomocí 3D kinematické analýzy zvolil pouze jeden úkol. Autor spolupracoval s Brandao a Gordonem (propagátoři HABIT) a pro studii zvolil úkol zavírání a otevírání zásuvky. Méně postižená končetina přitom otevírala zásuvky a postižená horní končetina stiskávala buton umístěný uvnitř zásuvky. Ukázalo se, že H-HABIT zlepšil časový aspekt aktivity, ale také kvalitu provedení pohybu a H -HABIT tak dle autora může představovat alternativní či doplňující metodu v rehabilitaci. V jiné studii pak stejný autor dodává, že vyšších výsledků

²² V originále: *Fugl-Meyer Assessment*. Jedná se o hodnocení funkčního motorického výkonu, rovnováhy, čítí kloubního rozsahu a kloubní bolesti. (PhysioPedia, 2018).

²³ Test se skládá ze 4 subtestů, které zahrnují celkem 19 dílčích úkolů jako je uchopování (dlaní či konkrétními prsty) různě velkých dřevěných válců, míčků, přelévání sklenice, hodnotí se i hrubá motorika (například pohyb horních končetin za hlavu). (Lyle, 1981; StrokeCenterOrg, 2018)

²⁴ Parenting Stress Index je hodnocením skládající se ze 101 položek, které jsou hodnoceny na 5 bodové škále. Hodnocení slouží k charakteristice rodičů, dítěte a identifikování oblastí, které mohou zapříčinit potíže ve vzájemném chování. (Abidin, 1983, revize 2012; citováno dle APA)

(lepší stabilita trupu a vyšší rozsah pohybu v loketním kloubu) je při plnění stejného úkolu dosaženo, jestliže je trénink strukturovaný. (Hung et al., 2017, b).

4.3.2 COMBIT – Kombinovaná terapie CIMT a HABIT

Někteří autoři dochází k závěrům, že pro rehabilitaci osob s dětskou mozkovou obrnou je nejvhodnější kombinovat CIMT s komplexními úkoly, které byly navrženy v HABIT. Tyto studie byly dohledány buď pod názvem bimanuální trénink anebo pod názvem COMBIT (COMBined modified constraint induced movement therapy and Bimanual Intensive Training tedy kombinovaná terapie vynuceného používání a intenzivní bimanuální trénink). Jednotlivé metody budou popsány v této kapitole.

4.3.2.1 BiT – Bimanual Training (Bimanuální trénink)

Nizozemská autorka Pauline Aarts pracuje, podobně jako Gordon s dětskými pacienty s DMO. I ona se domnívá, že klasická terapie CIMT má své nevýhody a proto vytvořila studii, kde testovala účinky mCIMT a mCIMT kombinované s BiT (tedy bimanuálním tréninkem). (Aarts et al., 2010).

BiT je v jejím podání specifické cvičení při bimanuální hře (tedy využívání obou horních končetin) a při samoobsluze bez jakéhokoli znehybnění (jak je tomu u CIMT). V jejím případě byly rehabilitační cíle nastaveny rodiči dětí a byly v průběhu dvou týdnů procvičovány ergoterapeuty a fyzioterapeutem. Děti tak používaly obě horní končetiny při komplexních úkolech a každá horní končetina měla jinou funkci. Ve svém experimentu porovnávala efektivitu mCIMT-BiT s klasickou terapií, přičemž kombinovaná terapie se ukázala jako efektivnější.

Geerding et al. (2015) ze stejného autorského kolektivu se věnovala efektu kombinované terapie CIMT (prováděna 3 hodiny denně, po dobu 5 dní) následovanou BiT (probíhala 5 hodin denně, celkově 25 hodin) spojenou se samostatně řízeným tréninkem u starších dětí s DMO (průměrný věk byl 9 let). Po 5 dnech takto nastavené intervence došlo k výraznému zlepšení ve výkonu dle *COPM* a ve spokojenosti stanovené také na základě *COPM*). Efekt přetrvával ještě 4 měsíce po ukončení terapie.

Kombinaci BiT a CIMT popisují i další autoři jako například Elliason et al. (2014), Cohen Holzer (2011), Cohen Holzer et al. (2015), přičemž tato autorka později kombinaci BiT a CIMT nazývá hybridní metodou. (Cohen Holzer et al., 2017).

Cohen Holzer et al. (2015) prováděla ve své studii CIMT-BiT trénink. BiT (bimanuální trénink) přitom popsala jako plnění komplexního úkolu - přípravy stravy. Úkoly při přípravě se sestávaly z různých strukturovaných, opakujících se, intenzivních bimanuálních aktivit, jako je úprava zeleniny a vymačkování citronů do limonády.

Aarts et al. (2010), Geerding et al. (2013; 2015) se tak shodují, že bimanuální trénink kombinovaný s CIMT vykazuje dobrý efekt v intervenci dětí s dětskou mozkovou obrnou. Autorský kolektiv však porovnává tuto kombinovanou terapii s klasickou terapií. Vzhledem k tomu, že efektivita CIMT oproti klasické terapii bývá dokazována napříč vědeckými články (např. Wang et al., 2011; Yadav, 2016), zůstává otázkou, do jaké míry lze hodnotit efektivitu BiT.

4.3.2.2 BIM – Bimanual training (Bimanuální trénink)

Kolektiv autorů Sakzewski et al. (2011; 2012; 2015; 2016) naneštěstí používá stejný termín jako Aarts et al. (2010), tedy *bimanual training* (bimanuální trénink). Problémem však je, že na rozdíl od Aarts (2010), která používá zkratku BiT, využívá Sakzewski et al. (2011; 2012; 2015; 2016) jinou zkratku (BIM). Studie, kterým se kolektiv autorů v čele se Sakzewski věnují, se zaměřují zejména na srovnání BIM a CIMT u dětí s dětskou mozkovou obrnou (2011 a 2012). Autoři Sakzewski et al. (2011) popisují BIM jako metodu, pro niž si vypůjčili strategii prováděnou v HABIT (Charles a Gordon, 2006). Využívají například doslovné pokyny pro používání horních končetin před každým úkolem.

V roce 2011 provedli Sakzewski et al. (2011) srovnání efektivy BIM a CIMT. Z výsledků randomizované studie vyplynulo, že výsledky obou těchto metod (při dodržení stejné intenzity a frekvence) jsou velmi podobné. CIMT vede ke zlepšení jednostranného výkonu (respektive výkonu paretické horní končetiny), zatímco BIM vede ke zlepšení výkonu při bimanuálních činnostech. O tři roky později provedl stejný kolektiv autorů metaanalýzu jednotlivých studií, ve které se zabývají bimanuálním tréninkem. Z jejich výsledků vyplynulo, že v porovnání s CIMT vede bimanuální trénink při stejné intenzitě k velmi podobným výsledkům. Obě ze zmíněných metod jsou pak dle autorů lepší, než klasická terapie. (Sakzewski et al., 2014).

4.3.2.3 COMBIT (COMbined modified constraint induced movement therapy and Bimanual Intensive Training – Kombinovaná modifikovaná terapie vynuceného používání a bimanuální intenzivní trénink)

COMBIT je metoda, kterou tímto termínem popsala Boyd et al. (2013), která pracovala v autorském kolektivu se Sakzewski. Jedná se o kombinaci modifikovaného CIMT a BiM.

Za zmínku stojí, že v tomto případě pro termín bimanual training opět využívají zkratku BiT, jak tomu je u Aarts et al. (2010), v textu článku však používají zkratku BiM, se kterou dříve přišla Sakzewski et al. (2011; 2012).

Ve zmiňovaném článku od Boyd et al. (2013) probíhala intervence tak, že jedna skupina dětí absolvovala celkově 45 hodin tréninku zaměřeného přímo na postiženou horní končetinu (mCIMT) a 10 hodin využívala i nepostiženou horní končetinu v průběhu obecnějších činností (hrubá motorika). Kontrolní skupina pak podstupovala celkově 36 hodin nepřímé terapie horní končetiny (*indirect upper limb therapy*)²⁵. Výsledky experimentu se však nepodařilo dohledat, jedná se o registrovanou studii-

4.3.3 BOT – Bimanual occupational therapy (Bimanuální ergoterapie)

Hoare et al. (2010) se věnují porovnání efektivity BOT (bimanuální ergoterapie) s mCIMT²⁶ po aplikaci botulotoxinu A. Hoare uvádí, že BOT je velmi podobný HABIT, ale má delší historii a mírně se odlišuje.

Na webových stránkách CPtherapy.org je použita nepublikovaná citace od Hoareho (2014)²⁷. BOT je zde definován jak proces učení bimanuálních schopností rukou skrze repetitivní používání pečlivě vybraných na úkol zaměřených bimanuálních činností a reakcí/chování (CPTherapy, 2014).²⁸

BOT je dle CPtherapy (2018) založen na současných vysoce kvalitních důkazech. Program se zaměřuje na rozvoj specifických dovedností rukou a schopnost pohybového plánu pomocí repetitivního procvičování bimanuálních činností.

²⁵ Bohužel není blíže definováno. Jedná se pravděpodobně o zapojování do úkolů, které není cíleno pouze na jednu HK.

²⁶ Použití neoprénové rukavice, intenzita tréninku 3 hodiny za den.

²⁷ Stojí však za zmínku, že jedním ze dvou terapeutů této organizace je právě ergoterapeut Brian Hoare, jedná se tedy pravděpodobně o interpretaci jeho vlastních výsledků.

²⁸ Zajímavé také je, že v rámci CPTherapy jsou pořádány kurzy BOT, které vede právě Hoare a jsou rčeny pro odborníky prajícími s dětmi s DMO. Cena kurzu je pro nejbližší datum (listopad 2018) 600 dolarů.

Před vlastním motorickým výkonem konkrétního pohybu se dítě nejprve učí plánovat úkol pomocí sebeřízení, vedení, monitorování a ovládání vlastního motorického výkonu. Osmítýdenní program zahrnuje poskytování individualizované sezení v délce 60 minut 1x za týden. Pečující navíc musí implementovat program v domácím prostředí.

BOT je dle Hoareho et al. (2010) založena na motorickém učení. Uplatňuje se jak pohybová intervence, tak intervence založená na kognitivních funkcích. Hoare et al. (2010) uvádí, že v rámci BOT je nejprve provedena analýza aktivity a je zhodnoceno, zda je výkon limitován motorickým deficitem či potížemi v oblasti plánování. Následně je opakovaně procvičován úkol, který zahrnuje podněcující, motivující a užitečné bimanuální činnosti. Účelem úkolu je facilitovat učení a rozvoj na cíli založených dovedností a podnítit nezávislost při dokončení úkolu. Aby dítě mohlo pochopit nároky úkolu, využívá se předvádění, fyzická asistence, verbální podpora či adaptace prostředí.

Hoare et al. (2010) také zmiňuje AHA (*Assisting Hand Assessment – hodnocení pomocné/ postižené horní končetiny*). Chce tak připomenout, že je důležité dívat se na schopnost dítěte kooperovat oběma horními končetinami.

Na kognitivních funkcích založený přístup, který Hoare et al. (2010) zdůrazňuje, je začleněn například v *Cognitive Orientation to daily Occupational Performance (CO-OP) – Kognitivní orientace na každodenní pracovní výkon*²⁹. Jedná se o přístup založený na řešení problémů, v němž je cílem za pomoci kognitivních funkcí dosáhnout lepšího pracovního výkonu. Dítě je tak vedeno k tomu, aby si na základě potíží, s nimiž se setkala při provádění úkolu, našlo a rozvíjelo vlastní strategie.

Hoare přitom dodává, že BOT je klasickým nástrojem ergoterapeutů. Výsledky experimentu však v jeho článku bohužel nejsou uvedeny.

4.3.4 TBT – Task-Oriented bilateral training (Na úkol orientovaný bilaterální trénink)

Na úkol zaměřený bilaterální trénink popisuje Song (2015). Tento trénink zahrnuje utírání stolu ručníkem, umisťování šálků do vzpřímené polohy a jejich přendávání, přenášení dřevěných táců a pití pitné vody. Jedná se tak o komplexní úkoly. Song (2015) se ve svém

²⁹ Jedná se o přístup pro děti a dospělé, kteří mají potíže s dovednostmi, které chtějí dělat, nebo u kterých se očekává, že je budou vykonávat. CO-OP je aktivní přístup orientovaný na člověka podněcující k výkonu a k řešení potíží. Zaměřuje se tak na umožnění úspěchu. Využívá se přitom společné nastavování cílů, analýza dynamického výkonu, kognitivní strategie, vedené odhalování principy zmocnění. Je systematicky rozvíjen od 90. let, a je spojen se jménem Polatajko (spoluautorka COPM). (The CO-OP International Academy; 2018; University of Toronto, 2015; Polatajko et al. (2001)).

článku věnoval porovnání TBT (Task-Oriented bilateral training) s metodou *BATRAC* (*Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory Cueing* – metoda využívající pro bilaterální trénink mechanický přístroj a auditivní zpětnou vazbu), která je více popsána v kapitole 4.8.1. BATRAC. Testováni byli pacienti po cévní mozkové příhodě, přičemž byl využit Box and Block test (BBT)³⁰, Jebsen-Taylor test (JBT), a Modifikovaný Barthel Index. Ke zlepšení došlo u obou skupin pacientů, avšak lepší výsledky měla právě skupina provádějící TBT.

4.3.5 Shrnutí kapitoly

V terminologii spojené s komplexními úkoly (tj. obě horní končetiny pracují na stejném úkolu, ale každá dělá jiný pohyb) existuje nejednota. Naprostá většina autorů (vyjma Songa (2015)) popisuje tyto úkoly pomocí termínu bimanuální, tedy prováděný oběma horními končetinami. To je i v souladu s tvrzením Choo et al. (2015), který definuje termín bimanuální trénink jako synchronní pohyb obou horních končetin v jiném pohybovém vzorci. Dle autora lze použít termín bimanuální trénink při činnostech jako je například otevírání plechovek, či zavazování tkaniček (Choo et al., 2015).

Všechny ze zmíněných bimanuálních přístupů jsou také založeny na velké intenzitě a frekvenci. Konkrétní časové jednotky se však napříč studiemi liší. Zjednodušeně lze říci, že vznikaly jako alternativy k CIMTu a zachovávají si tak i jeho principy.

Většina článků se přitom věnuje dětské populaci po dětské mozkové obrně (Charles a Gordon, 2006; Hung et al. 2011, 2017; Friel et al., 2011 a 2016; Gelkop et al., 2014; Ferre et al. 2015 a 2017). Výjimku tvoří Meng et al. (2018), který metodu HABIT využil u pacientů po cévní mozkové příhodě.

Studie spjaté s hodnocením efektivity bimanuálního tréninku (respektive plnění komplexních úkolů) poukazují na jeho efektivitu a srovnatelnost s CIMT, avšak všichni autoři se shodují, že je zapotřebí udělat více kontrolních randomizovaných studií, které by jednoznačně potvrdily efekt bimanuálního tréninku. Ty studie, které kombinují CIMT s bimanuálním tréninkem a porovnávají tuto kombinaci s klasickou terapií, pak vycházejí pozitivněji pro tuto kombinovanou terapii. (Geerding et al. 2013; 2015).

³⁰ Box and Block test je standardizovaný nástroj využívaný k hodnocení jednostranných manipulačních schopností a šikovnosti horní končetiny. Pacient přemísťuje krychle z jedné části krabice do druhé části krabice. Skóre se počítá podle počtu krychlí, které pacient zvládne během jedné minuty přemístit. (Mathiowetz et al., 1985; Physio-Pedia, 2018).

Sainburg et al. (2013) popisuje, že ze všech typů bilaterálního tréninku je kooperační bimanuální trénink nejúčinnější, protože podporuje koaktivaci obou horních končetin. Dle zmíněného kolektivu by se rehabilitační intervence měla zaměřit na komplexní úkoly prováděné oběma horními končetinami, jako je například přenášení předmětů. Je tedy vhodné se zaměřit na hodnocení kooperace spíše než na hodnocení podobnosti v pohybech. Pokud tedy jedna horní končetina chybuje, druhá horní končetina tuto chybu napraví a díky tomu je výkonnost stabilizována různými kompenzačními akcemi. Zároveň však dodávají, že je zapotřebí dalšího výzkumu pro zjištění využitelnosti tohoto typu bilaterálního tréninku u pacientů s poškozením mozku různé etiologie.

4.4 BIMANUÁLNÍ TRÉNINK ZALOŽENÝ NA NEUROVÝVOJOVÝCH PŘÍSTUPECH

NDT (Neurodevelopmental Treatment - neurovývojová léčba) je anglický název pro přístup dle Bobathových (Bobath koncept). Společně se senzoryckou integrací dle Ayeres, senzomotorickým přístupem dle Roodové nebo například pohybovou terapií dle Brunnstormové patří do neurovývojového rámce vztahů. Neurovývojové přístupy zdůrazňují plasticitu mozku, motorické učení a motorickou kontrolu. Tyto přístupy stojí na přesvědčení, že muskuloskeletální a neurologický systém musí pracovat dohromady a aktivní spolupráce člověka podporuje zlepšení. (Krivošíková, 2011).

Bobath koncept je přístup orientovaný na řešení problémů u osob s poruchou centrální nervové soustavy. Jeho autoři jsou manželé Bobathovi, kteří koncept využívali u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Je založen na přesvědčení, že každý člověk s disabilitou má potenciál ke zlepšení funkce. Bobath koncept pracuje s funkčním pojetím pohybu. Terapie a vyšetření jsou spojeny dohromady. Jedná se o přístup, při němž by měl spolupracovat celý interprofesní tým. (Krivošíková, 2011; PhysioPedia, 2018; Bobath, 1990). Cílem Bobath konceptu je pomocí nejrůznějších technik dosáhnout lepší posturální kontroly a selektivních pohybů. Zároveň je cílem Bobath konceptu potlačení dominantních reflexů a patologických vzorců a tím o dosažení fyziologických pohybů a funkce. (Krivošíková, 2011; Bobath, 1990). Bimanuální trénink je jednou z technik, která se při Bobath koncept běžně využívá.

Další zmínka o bimanuálním tréninku založeném na neurovývojových přístupech pochází od Van der Lee et al. (1999). Autorský kolektiv prováděl výzkum k potvrzení efektu

Forced Used Therapy (terapie zabráněného používání), která je předchůdcem dnešní CIMT³¹. Kontrolní skupina podstupovala bimanuální trénink založený na NDT. V článku není popis průběhu bimanuálního tréninku věnováno příliš mnoho pozornosti. Autoři píší, že v průběhu bimanuálního tréninku byly všechny činnosti prováděny bimanuálně a v případě, že to bylo nutné, byla postižená horní končetina podpořena končetinou zdravou. (Ven der Lee et al. 1999, odvolávají se přitom na knihu Davies (1985)). Davies (1985) popisuje metody v intervenci pacientů s hemiplegií, přičemž většina doporučovaných technik je založena na Bobath konceptu.

Davies (1985) popisuje používání obou horních končetin v Bobath konceptu jako snahu o zapojení obou končetin do pohybu současně (například u oblékání). Jedná se tedy o využívání horních končetin při komplexních úkolech. Zároveň také představuje asistovaný pohyb horních končetin s propletenými prsty.

4.4.1 Samostatně asistovaný pohyb se sepjatýma rukama (*Self-assisted Arm Activity with Clapsed Hands*)

Davies (1985) upozorňuje na důležitost samostatně vedeného pohybu se sepjatýma rukama pro snížení spasticity a zvýšení pasivního rozsahu pohybu. Pohyb je vykonáván tak, že obě ruce jsou spojené, prsty jsou propleteny (případně je palec umístěn v dlani a ruka je tlačena do dorsální flexe) a pacient se snaží vytáhnout ruce vpřed (protrakce lopatky). Poté, co vykoná protrakci lopatek, snaží se pacient flektovat obě ramena. Autorka popisuje, že tato činnost může být vykonávána kdykoli během dne a měla by být podporována všemi členy interprofesního týmu.

Bobath (1990) popisuje, že se jedná o jakousi autoinhibici nechtěných pohybových vzorů. V případě tohoto protahování extendovaných paží inhibuje pacient spastický vzor flexe, pronace a addukce prstů a vnitřní rotaci paže, čímž snižuje spasticitu. McDermott a Korner Bitensky (2012) popisují takto asistovaný pohyb jako tradiční přístup k bilaterálnímu tréninku (*Bilateral Arm Training*).

V České republice tento typ tréninku popisoval Pfeiffer (1989). Ten doporučil pohyb sepjatými horními končetinami (nepostižená končetina asistuje paretické). Na začátku tréninku doporučuje procvičovat pohyby v ramenním a loketním kloubu (například odrážení balonku na stole). Poté doporučuje přejít k válení válečkem. Dalším stupněm je pak vyndávání různých tyček, kdy se opět aktivují obě končetiny současně. Později pak zdravá

³¹ Tuto informaci uvádí například Fzaro et al. (2012).

končetina tlačí na paretickou a společně provádí činnosti jako je například broušení, které brání flexi zápěstí. (Pfeiffer, 1989; 2009).

4.4.2 Přenos váhy a bilaterální symetrie

Krivošíková (2011) upozorňuje na trupovou asymetrii, která nastává u hemiparetických pacientů. Píše, že v této fázi je klíčové dbát na pacientovo zapojování do bilaterálních aktivit.

Bilaterální aktivitou je zde myšleno funkční zapojení obou horních končetin například při opěrných či rovnovážných reakcích. (Bobath, 1990).

4.4.3 Shrnutí kapitoly

Ukazuje se, že Bobath koncept má svůj význam především pro úpravu posturální kontroly (např. Tekin et al., 2018³²) a je součástí většiny terapeutických přístupů. Vzhledem k tomu, že se nejedná o metodu, ale o přístup (PhysioPedia, 2018) je velmi komplikované se vyjádřit k jeho efektivitě. Ukazuje se, že Bobath koncept má dlouhou tradici a jeho prvky jsou součástí mnoha terapií. Při pokusech o porovnání efektivity Bobath konceptu s jinou metodou při rehabilitaci pacientů po cévní mozkové příhodě nebyl většinou efekt Bobath konceptu prokázán (Kollen et al., 2009). To je však dáno tím, že většina běžně užívaných metod vychází právě z Bobath konceptu a je těžké vytvořit kontrolní skupinu. Zároveň je obtížné specifikovat přesnou rehabilitační jednotku Bobath konceptu.

Přestože neexistují jasné důkazy o jeho efektivitě pro úpravu hybnosti horní končetiny, jeho význam pro úpravu posturální kontroly je nezpochybnitelný. Prvek Bobath konceptu, kdy jsou obě horní končetiny sepjaté, a pacient pomocí aktivity neparetické horní končetiny napomáhá paretické, je běžně používanou technikou při terapiích. Ani pro potvrzení efektivity tohoto druhu tréninku se však nepodařilo dohledat žádné jasné důkazy.

4.5 ZRCADLOVÁ TERAPIE

Zrcadlová terapie je velmi rozšířeným způsobem rehabilitační intervence. Často se využívá při rehabilitaci pacientů s lézí centrálního motoneuronu. Její princip bude přiblížen v této kapitole.

³² Experiment se týkal dětí s dětskou mozkovou obrnou.

4.5.1 Mirror Therapy (Zrcadlová terapie)

V devadesátých letech popsal Rizzolatti s kolegy existenci zrcadlových neuronů, při pozorování aktivity mozku u opic. Zjistil, že když opice pozorují nějakou činnost, aktivují se podobné oblasti, jako když danou činnost vykonávají (Pellegrino et al., 1992; Gallese et al., 1996 in Casile, 2013). Na něj navázal profesor Ramachandran, který vytvořil zrcadlový box a navrhl tak Mirror Therapy (*Mirror Visual Feedback – MVF* česky přeloženo jako *Zrcadlová vizuální zpětná vazba*), pro léčbu fantomových bolestí končetin. (Ramachandran et al., 1996). Zrcadlová terapie se postupně začala využívat i u pacientů s poškozením centrálního nervového systému.

Principem metody je tedy aktivace center zodpovědných za pohyb skrze vizualizaci pohybu (Koukolík, 2012; Thieme, 2013). Mirror Therapy probíhá v několika fázích, přičemž první bývá pohyb v představě (někdy se označuje také jako mentální trénink) a postupně se přistupuje ke sledování odrazu v zrcadle. Vždy je však zapotřebí schopnost koncentrace a také motivace. (Vyhnálková, 2016; Hoidekrová, 2013).

Terapie probíhá tak, že postižená horní končetina je umístěna do zrcadlového boxu. Pacient pohybuje svou zdravou horní končetinou, která je umístěna mimo box a její zrcadlový pohyb se promítá na pozici, kde by za normálních okolností viděl svou paretickou horní končetinu. Pohyb neparetické horní končetiny je tak vnímán jako pohyb paretické horní končetiny.

Existují tři strategie používání Mirror Therapy. V první strategii účastník pozoruje pohyby nedotčené končetiny v zrcadle a pokouší se aktivně imitovat tyto pohyby s postiženou končetinou a synchronizovat ji se zrcadlovým odrazem nedotčené končetiny. Druhou strategií je mentální trénink pohybu, respektive představování si, že se postižená horní končetina hýbe stejně, jako se hýbe nepostižená. Konečně ve třetí strategii terapeut pomáhá synchronizovat postiženou končetinu se zrcadlovým obrazem. (Mei Toh et al., 2012).

Deconick et al. (2014) si kladla za cíl objasnit mechanismy působení zrcadlové zpětné vazby. Vytvořila tak přehled literatury, který shrnuje mechanismy aktivace mozku při MVF během motorického úkolu. Z jejích výsledků se zdá, že MVF může významným způsobem ovlivnit motorickou síť. Děje se tak zvýšením nervové aktivity v oblastech zodpovědných za pozornost a kognitivní kontrolu (dorsolaterální prefrontální kortex, zadní cingulární kůra, S1 a S2, precuneus). Dochází k aktivaci v gyrus temporalis superior a aktivaci premotorického

kortexu. MVF zvyšuje excitabilitu ipsilaterální primární motorické kůry (M1), která se projevuje na netrénované - postižené horní končetině.

Autoři ale také popisují, že díky rozdílům v metodice a nedostatku studií není možné pochopit funkční propojení mezi pohybem horních končetin a mozkovou aktivitou. (Deconick et al., 2014).

Stevens a Stoykov (2004) pak také přičítají efektivitu Mirror Therapy mentální aktivaci a ve shodě s principy bilaterálního tréninku popisují i efekt vyvažování interhemisférické inhibice. Michielsen et al. (2011) a později Weisstanner et al. (2017) zkoušeli také objasnit neurologické pozadí efektivitu Mirror Therapy. Oba autoři došli k závěru, že k vyšší aktivaci dochází pouze při současném pohybu obou horních končetin. Michielsen et al (2011) vysvětluje, že precuneus a posteriorní cingulární area jsou oblasti zodpovědné za prostorovou pozornost a povědomí (awareness). Tvrdí, že Mirror Therapy je nejspíš efektivní právě díky zvýšení povědomí o postižené horní končetině a může zabránit naučenému nepoužívání.

Autoři se přou o skutečnost, zda je při Mirror Therapy nutné využívat zrcadlo a zda nestačí horní končetinu pozorovat přímo. Rodrigues et al. (2015) došel na základě studie provedené u celkem 16 osob se středně závažným motorickým impairmentem k závěru, že přítomnost zrcadla není klíčová, neboť v TEMPA (Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes Âgées, česky přeloženo jako Hodnocení horních končetin starších osob)³³ testu vykazovali obě skupiny srovnatelné zlepšení, přičemž obě skupiny se více zlepšily v provádění bilaterálních úkolů. Dodává přitom, že pro zobecnění výsledků, je zapotřebí vytvořit randomizovanou studii s větším vzorkem osob.

4.5.2 Mirror Therapy s využitím virtuální reality

Mnoho nejruznějších robotických systémů a exoskeletonů pracuje na principech Mirror Therapy. Tyto systémy budou zmíněny v dalších kapitolách, neboť pro podporu funkce paretické horní končetiny využívají nejruznější ortézy či exoskeletony. Do moderních technologií lze však zařadit i virtuální realitu (respektive prostředí využívající počítačové zobrazení (viz kapitola 1.1.3 Virtuální realita a herní konzole). Existují tak i články, které

³³ Jedná se o hodnocení horní končetiny, které zahrnuje činnosti každodenního života, bilaterální a unilaterální úkoly a hodnotí se používání reálných předmětů. (DeFreitas et al., 2017)

pojdnávají o zapojení počítačového zobrazení při zrcadlové terapii. Jedna ze studií bude zmíněna níže.

Lee et al. (2013) zkoumal rozdíl mezi symetrickým a asymetrickým zrcadlovým tréninkem s použitím virtuální reality u pacientů po cévní mozkové příhodě (stádium přítomnosti není definováno). Ve článku nalezneme poměrně matoucí popis průběhu intervence, ale v zásadě vycházel z konceptu Mirror Therapy. Obě horní končetiny měly za úkol provádět pohyby jako je sevření a uvolnění pěsti, poklepávání na stůl, obracení rukou; pohybování horními končetinami při extenzi lokte nahoru a provádění flexe a extenze, provádění ulnární a radiální dukce se zatou pěstí; zároveň trénink obsahoval i komplexní pohyby jako například držení a uvolňování míče, nebo například úchop šálku. Každý pohyb byl opakován 10x během jednoho setu, celkově byly prováděny 3 sety s dvouminutovou pauzou a trénink se konal každý všední den 30 minut po dobu 4 týdnů. Obě skupiny přitom sledovaly vizualizaci požadovaného pohybu na dřevěném boxu s monitorem, pod nímž byla umístěna jejich paretická horní končetina. Experimentální skupina měla za úkol dělat protichůdné pohyby horními končetinami (například zatímco na obrazovce se ruka svírala v pěst, měla tento pohyb provádět pouze postižená horní končetina a zdravá horní končetina měla pěst uvolnit.) Kontrolní skupina pak prováděla stejný pohyb oběma horními končetinami.

Experiment byl měřen za pomoci FMA, BBT, síly stisku, hodnocení spasticity a měření rozsahu pohybu. Obě skupiny se přitom zlepšily. Autoři tak uzavírají, že zrcadlový symetrický trénink může být efektivní metodou. (Lee et al., 2013).

4.5.3 Efektivita

Současné studie poukazují na možnou efektivitu Mirror Therapy u pacientů po cévní mozkové příhodě. Z rešerše provedené Mei Toh et al. (2012) vyplývá, že důkazy podporující efektivitu Mirror Therapy jsou středně silné³⁴ a zdá se, že je užitečná zejména pro pacienty v subakutním stádiu po cévní mozkové příhodě. Zatím neexistuje dostatečné množství prospektivních studií, které by hodnotily dlouhodobý efekt. Není také známo, kdy je ideální s Mirror Therapy začít.

Dle Costy a Silveiry (2016), který také prováděl rešerši článků zabývajících se efektivitou Mirror Therapy (v letech 2010-2015) je zřejmé, že Mirror Therapy vede k signifikantnímu zlepšení motorických schopností a ke zvýšení funkční nezávislosti

³⁴ Hodnoceno podle Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale (Škála hodnocení studií dohledaných na fyzioterapeutické databázi publikující články založené důkazech)

paretické horní končetiny. Toto zlepšení je pak dle Costy a Silveiry. (2016) nezávislé na čase od získání poškození mozku.

Randomizovanou kontrolovanou studii provedl Samuelkamaleshkumar et al. (2014). Experimentální skupina pacientů v subakutní fázi po získaném poškození mozku podstupovala konvenční terapii a zároveň Mirror Therapy kombinovanou s bilaterálním tréninkem. Experimentální skupina pak podstupovala pouze konvenční terapii.³⁵

Výsledky ukázaly, že bezprostředně po intervenci došlo u experimentální skupiny k signifikantnímu zlepšení ve Fugl Meyer hodnocení, hodnocení fází motorického zotavení dle Brunnstormové a v Box and Block testu. Rozdíl obou skupin ve výsledcích modifikované Ashworthovy škály nebyl signifikantní.

Existuje i několik článků, které se věnují použitelnosti Mirror Therapy u dětí s vrozenou hemiplegií. Například Gygax et al. (2011) porovnával efektivitu bimanuálního tréninku s použitím zrcadla a bez použití zrcadla. Bimanuální úkoly zahrnovaly otáčení lahví vody, manipulaci s terapeutickou hmotou (používal se pinzetový úchop).

Z jeho výsledků měřených pomocí Shriner's Hospital Upper Extremity Evaluation³⁶ vyplynulo, že při tréninku se zrcadlem došlo k signifikantnímu zlepšení síly stisku a dynamické pozice horní končetiny. Trénink bez zrcadla vedl k signifikantnímu zlepšení špetkového úchopu. Autoři tak poukazují na potenciální využitelnost Mirror Therapy u dětských pacientů.

Je důležité připomenout, že některé mechanické a robotické přístroje také využívají zrcadlovou vizuální zpětnou vazbu. Tyto přístroje jsou předmětem další kapitoly.

4.5.4 Shrnutí kapitoly

Při Mirror Therapy vykazuje mozek na funkční magnetické rezonanci významnou aktivitu v centrech zodpovědných za pozornost a sebeuvědomění. V případě oboustranného tréninku se zapojují i další centra související s bilaterálním pohybem. Výsledky naznačují, že terapie s využitím zrcadlové zpětné vazby vede ke zlepšení motorických schopností u

³⁵Ta zahrnovala ergoterapeutickou, fyzioterapeutickou a logopedickou intervenci po dobu tří týdnů při frekvenci 5 dní týdně, 6 hodin denně.

³⁶ Hodnocení horní končetiny dle Shrinerovy nemocnice (SHUEE). Test se skládá ze dvou stránek. První stránka hodnotí klienta prostřednictvím standardních měření aktivního a pasivního rozsahu pohybu (ROM), tonu předchozího výkonu činností každodenního života. Druhá stránka vyhodnocuje spontánní používání postižené horní končetiny při určených úkolech. SHUEE je určen k vyhodnocení funkčních i spontánních schopností a kloubní a svalové souhry při provádění pohybů. (Shriners Hospitals for Children, 2008).

pacientů se získaným poškozením mozku, avšak dle Mei-Toh (2012) je zapotřebí dalších studií k jednoznačnému potvrzení její efektivity.

Autoři všech zmiňovaných studií přitom pracují s termínem bilaterální a provádí trénink u dospělé populace po cévní mozkové příhodě.

4.6 BILATERÁLNÍ OSOVĚ SYMETRICKÉ ÚKOLY

V této skupině jsou metody, při nichž obě horní končetiny plní stejný úkol. Podobně jako v první zmíněné skupině, tedy u bimanuálních komplexních úkolů, i zde se může jednat o úkoly z běžného života. Důležitý rozdíl však je, že obě horní končetiny mají stejnou funkci a pohybují se nejčastěji ve stejném směru, přičemž se jedná o osově symetrický bilaterální pohyb. Pro představu zmiňme například přenášení krabice či utírání stolu či synchronní montování šroubů. Jedná se tak o velmi podobný princip jako u Mirror Therapy, ale nepracuje se zde se zrcadlovým boxem.

4.6.1 BIT – Bilateral isokinematic training (Bilaterální izokinematický trénink)

Bilaterální izokinematický trénink popisují Mudie a Matyas (2000). Plný text jejich článku se nepodařilo dohledat před databáze UK, ale podařilo se jej nelézt přes volný internet. Jedná se o jeden z nejcitovanějších článků v rámci bilaterálního tréninku.

Při bilaterálním izokinematickém tréninku pracují obě dvě končetiny současně a vykonávají stejný úkol. Například obě ruce zvedají kostičky či montují šrouby. Každá končetina tak pracuje samostatně, ale úkol je pro obě končetiny stejný.

Práce Mudie a Matyase (2000) byla jednou z prvních, která dokazovala efektivitu bilaterálního tréninku. Autorský kolektiv založil své dílo na pozorování, z kterého vyšlo najevo, že když je úkol prováděný oběma horními končetinami, dochází k výraznému zlepšení funkčních schopností. Teoretickým východiskem byla práce Kelsa (1979) a Turtona (1996). Turton popsal, že při poškození mozku dochází ke snížení počtu neuronů, k narušení časoprostorové organizace a nervové excitability v korové oblasti, které jsou pro správný výkon úkolu nutné. (Kelso (1979) a Turton (1996) in Shumway-Cook a Woollacott, 2001). Mudie a Matyas tak vytvořili studii, v níž porovnávali efekt bilaterálního tréninku (osově symetrického), osově asymetrického tréninku (horní končetiny se střídaly v úkolech, které každá z nich plnila) a unilaterálního tréninku. Experiment byl proveden u 12 pacientů s hemiparézou. V jejich studii měla skupina bilaterálního tréninku nejlepší výsledky. (Shumway-Cooka Woollacott, 2001).

Mudie a Matyas (2000) tak představili teoretický model, v němž popsali, že bilaterální simultánní pohyb by mohl podporovat interhemisférickou disinhibici skrze interhemisferickou komunikaci. Tato disinhibice by mohla umožnit reorganizaci sdílením normálních pohybových příkazů z nepoškozené hemisféry. Disinhibice (které je dosaženo pomocí bilaterálního tréninku viz kapitola 4.1.1 – Vyvažování interhemisférické inhibice) může také dle autorů povzbudit nábor nepoškozených neuronů k vytvoření nových neuronových sítí (respektive náhradních ipsilaterálních drah v poškozené hemisféře, nepřímých kortikospinálních drah a ipsilaterálních drah z nepoškozené hemisféry) důležitých pro práci.

4.6.2 Bilateral Movement Training (Bilaterální pohybový trénink)

Bilaterální pohybový trénink popisují Han a Kim (2016). Z jejich článku je patrné, že se inspirovali zejména prací Mudie a Matyase (2000), neboť v jejich podání prováděli pacienti bilaterálně symetrické úkoly. Za zmínku však stojí, že u těch pacientů, jejichž paretická horní končetina měla natolik omezenou funkční hybnost, že nedokázala provést úkol, připouštěli autoři asistenci neparetické horní končetiny.

V experimentu Han a Kim (2016) tak účastníci prováděli zavěšování kroužků nad stůl (20x opakování, 3 sety, mezi jednotlivými sety byla 30sekundová pauza). Ti pacienti, pro jejichž paretickou končetinu byl úkol příliš obtížný, mohli zavěšovat pouze jeden kroužek oběma končetinami. Dalším úkolem bylo utírání stolu ručníkem, přičemž horní končetiny byly přiloženy na sobě či vedle sebe, v závislosti na míře postižení. Tento úkol byl vykonáván po dobu 5 minut. Dalším úkolem bylo symetrické pití ze sklenice (vykonávání úkolu každou končetinou zvlášť, u těžšího postižení oběma rukama najedou). Úkol byl opakován 10x v rámci jednoho setu a mezi každým z celkových tří setů byla opět 30 sekundová pauza.

K měření účinnosti intervence byl využit Box and Block Test a 3D pohybová analýza³⁷ a měření byla porovnána se skupinou, která všechny úkoly prováděla pouze jednostranně. Výsledky ukazují, že u bilaterální skupiny došlo k signifikantnímu zlepšení pohybu ramenního kloubu ve srovnání se skupinou provádějící jednostranný trénink.

4.6.3 BT – Bilateral Training (Bilaterální trénink)

Porovnání efektu unilaterálního tréninku s úkoly vykonávanými symetricky bilaterálně provedl také Shim a Jung (2015). Jejich studie se účastnilo celkem 20 pacientů v subakutním stádiu po cévní mozkové příhodě. Tréninkové úkoly zahrnovaly otevírání a zavírání zásuvky,

³⁷ Analýza prováděná za pomoci kamer, které snímají pohyb označených kloubů. (Vařeka et al., 2009-2012 – projekt ÚPOL).

otírání stolu a přemisťování předmětů. Jednotlivé intervence probíhaly po dobu 30 minut 5x týdně po dobu 6 týdnů.

Po 6 týdnech došlo u skupin provádějící bilaterální trénink k signifikantnímu zlepšení v celkovém skóre FIM (*Functional Independence Measure – Funkční míra nezávislosti*)³⁸ a MFT (*Manual Function test – test manuálních funkcí*)³⁹ skóre postižené horní končetiny oproti skupině provádějící unimanuální trénink.

Za zmínku stojí i skutečnost, že testovaní nosili akcelerometry, na základě nichž byla stanovena aktivita životního stylu. Ukázalo se, že bilaterální trénink může vést ke zvýšené aktivitě postižené strany těla oproti jednostrannému tréninku. U skupiny provádějící bilaterální trénink došlo ke snížení sedavého životního stylu a naopak zvýšení středně aktivního životního stylu ve srovnání se skupinou provádějící jednostranný trénink.

Stoykov et al. (2009) porovnávala efekt unilaterálního a bilaterálních tréninku u 24 pacientů v chronickém stádiu po poškození mozku se středně těžce závažnou hemiparézou. Pacienti byli náhodně rozděleni do 2 skupin – unilaterální a bilaterální, přičemž obě skupiny měly intervenci po dobu jedné hodiny 3x týdně po dobu 8 týdnů. Úkoly zahrnovaly otevírání a zavírání zásuvky, utírání stolu ručníkem, práci s ruční vrtáčkou, přemisťování středně velkých objektů z kuchyňské linky do poličky, provádění stejného pohybu loktem a ramenem. Pro všechny úkoly vyjma utírání ručníkem byl přitom využit metronom. Všechny úkoly byly prováděny s 20 opakováními, postupně pak byly navyšovány na 40 opakování (4 sety po 10 opakováních), mezi jednotlivými sety měli pacienti 30 sekund pauzu. Při otevírání a zavírání zásuvky prováděli testovaní 100 repetíc. Jeden úkol trval v průměru 5 minut, mezi jednotlivými úkoly byl 1-2minutový odpočinek.

Výsledky byly měřeny pomocí MAS (Motor Assessment scale – škála hodnocení pohybu)⁴⁰, MSS (Motor Status Scale – škála motorického statusu)⁴¹ a měření síly. Bilaterální

³⁸ Jedná se o hodnocení nezávislosti v běžných denních činnostech v osmnácti položkách (PhysioPedia, 2018 online, Granger et al., 1993)

³⁹ Jedná se o 32položkový test, který hodnotí pohyb horních končetin a schopnost manipulace s předměty. (Nakamura a Moriyama, 2000)

⁴⁰ Motor Assessment Scale je škála hodnocení horních i dolních končetin pro pacienty po cévní mozkové příhodě, která se zaměřuje na běžné pohyby. Hodnocení postižené horní končetiny je členěno do 4 kategorií. 1) Funkce horní končetiny: zaměřuje se zejména na proximální klouby, pacient například dává horní končetiny za hlavu a nebo setrvává v pasivně nastavené pozici 2) pohyby rukou: pacient například uchopuje hrneček nebo zvedá míček 3) pokročilé funkce ruky: například přemisťování fazolí či kreslení čar 4) skóre celkového tonu (hodnotí se flacidita až hyperonus). Stupnice pro hodnocení je 7 bodová (0-7), (PhysioPedia, 2018; Dean a Mackey, 1992; Poole a Whitney, 1988).

⁴¹ Jedná se o škálu skórující rozsah izolovaných pohybů. Autoři popisují, že na rozdíl od Fugl-Meyer testu je citlivější. Využívá 6 bodovou škálu na stupnici 0; 1-; 1; 1+; 2-; 2; přičemž 0 značí, že pacient není

skupina po ukončení intervence vykazovala signifikantně vyšší zlepšení na škále funkce horní končetiny (subškála MAS). U MSS došlo ke stejnému zlepšení. Autoři uzavírají, že bilaterální trénink může být přínosnější pro proximální funkci horní končetiny.

Efektivitu bilaterálních osově symetrických úkolů zkoumala i Morris et al. (2008). Porovnávali efektivitu bilaterálního a unilaterálního tréninku u celkově 106 pacientů v akutní fázi po cévní mozkové příhodě. Bilaterální skupina prováděla trénink po dobu 20 minut během jedné terapie, 5x týdně po dobu 6 týdnů, přičemž u pacientů pobíhala i klasická terapie. Během jednoho setkání prováděli pacienti tolik pokusů, kolik bylo možné, přičemž maximum bylo 30 pokusů na každý úkol. Účastníci měli za úkol 1) posunovat kolík o průměru 2 cm a o výšce 4 cm od stolu a připevnit ho ke spodní straně police nad úrovní očí, 2) přesunout blok o rozměrech 7cm³ na polici umístěné ve výšce ramen 3) uchopit prázdnou sklenici, přiblížit k ústům a vrátit se do výchozí polohy 4) ukazovat na cíle ve výšce 30 cm od stolu umístěné na středové ose a 40 cm na obě strany od středové osy.

Kontrolní skupina pak prováděla stejné úkoly při stejné intenzitě pouze paretickou horní končetinou. Výsledky skupin byly měřeny pomocí ARAT testu, Rivermead Motor Assessment (Rivermeadského hodnocení motoriky)⁴², devítikolíkovým testem (Nine-Hole Peg Test), který hodnotí manuální šikovnost, modifikovaným Barthel-Indexem, Nottinghamským profilem zdraví (Nottingham Health Profile)⁴³ a škálou nemocniční úzkosti a deprese (Hospital Anxiety and Depression Scale).⁴⁴ Výsledky byly měřeny po skončení 6týdenní terapie a po 18 měsících (follow – up měření).

Nebyl prokázán žádný statisticky signifikantní rozdíl mezi skupinami v krátkodobém měřítku. Jediný signifikantní rozdíl byl prokázán při měření po 18 měsících, kde skupina unilaterálního tréninku dosáhla statisticky významnějšího zlepšení v Devítikolíkovém testu a v ARAT. Autoři tak uzavírají, že skupina provádějící bilaterální trénink se zlepšila

schopen pohybu ani kontrakce, 2 je pak plný rozsah pohybu se správným timingem a motorickou kontrolou. Na této stupnici jsou hodnoceny všechny izolované pohyby loketního a ramenního kloubu, pohyby zápěstí a prstů pak mají kratší, 3bodovou stupnici (0-2), přičemž 1 zde znamená, že pacient je schopen pouze částečného pohybu, 2 značí plný rozsah pohybu bez pochybení. Maximální celkové skóre je 82 bodů. (Ferraro et al, 2002).

⁴² Dle autorů se jedná o více na problém orientované měření funkce horní končetiny než je ARAT. Skóre je od 0 do 15, přičemž vyšší skóre ukazuje na lepší výkon.

⁴³ Hodnotí 6 domén: energii, bolest, spánek, emoce, sociální izolaci a fyzickou mobilitu. Skóruje se na stupnici 0-600, přičemž nejvyšší výsledek značí nejlepší profil zdraví.

⁴⁴ Celkové skóre se pohybuje na stupnici 0-42, přičemž čím vyšší skóre, tím vyšší má člověk úroveň deprese či úzkosti.

signifikantně méně. Dodávají, že na výsledky mohl mít vliv charakter úkolů, dozáš a intenzita tréninku a z toho důvodu je zapotřebí provádět další výzkumy.

4.6.4 BAT – Bilateral Arm Training (Bilaterální trénink horních končetin)

Za zmínku stojí i článek od Sethy et al. (2016), který nebyl dohledán přes databáze UK. Jedná se o článek, který porovnává efektivitu mCIMT a BAT při stejné intenzitě konvenční terapie (terapie založená na terapii dle Brunnstormové, Roodové, PNF respektive Proprioceptivní neuromuskulární facilitaci a Bobath konceptu). BAT trénink se skládal z několika úkolů, které byly prováděny po dobu 10 minut s 15 opakováními. Pacient měl tak za úkol vzít blok z krabice, přenést ho na polici umístěnou ve výšce nad hlavou, přesouvání háčků na suchý zip. Poté měl háčky sundat a za pomoci supinace umístit pod poličku. Posledním úkolem pak bylo přendávání obsahu jedné krabice do druhé krabice. Ve skupině mCIMT se pacienti účastní hodinové ergoterapie 5 dní v týdnu po dobu 8 týdnů. Pacient prováděl jednotlivé úkoly po dobu 10 minut a po 10 minutách vždy následovala přestávka. Úkoly pak zahrnovaly některé aktivity z běžného denního života, jako je sebesycení, pití, simulované koupání, česání, manipulace s vypínači, psaní, využívání telefonů, hraní her, stlaní postele a utírání stolu. Zároveň byla nepostižená horní končetina po dobu 5 hodin znehybněna.

Autoři na základě měření Fugl Meyer testu dochází k výsledkům, že použití obou metod je vhodné u pacientů v chronickém stádiu po cévní mozkové příhodě. Bilaterální trénink horní končetiny může být použit pro zlepšení proximálních funkcí horní končetiny, zatímco CIMT vede ke zvýšení využívání postižené horní končetiny. Skupina, která podstupovala modifikovaný CIMT přitom vykazovala výraznější zlepšení. Autoři uzavírají, že u obou skupin pacientů v chronickém stádiu po cévní mozkové příhodě došlo ke zlepšení.

4.6.5 MTLA (Motor Training involving the Less-affected Side)

Pohybový trénink zahrnující méně postiženou stranu (respektive horní končetinu) popisuje Pandian et al. (2015).

Jedná se o strukturovanou rehabilitační jednotku, která se skládá ze dvou částí: *PRE – Progressive Resistive Exercise (progresivní odporové cvičení)* a *BT – Bimanual-Task training (bimanuální, úkolově orientovaný trénink)*. BT zahrnuje trénink každodenních činností (přelévání vody z jednoho šálku do druhého, skládání ručníku, používání kláves, simultánní vyndávání předmětů z kapes, bilaterální manipulace s tenisovými míčky, ježdění na kole nebo například čtení novin). Bilaterálním tréninkem je v této studii myšlen trénink zahrnující jak

synchronní osově symetrické úkoly, tak komplexní úkoly prováděné oběma horními končetinami.⁴⁵

Vzhledem ke skutečnosti, že Shanta Pandian je jedním z hlavních autorů článku zabírajícím se neurofyziologickým pozadím, připomeneme pouze ve stručnosti, že roli hraje interhemisférická komunikace, aktivace postižené hemisféry a možnost zlepšení motorické kontroly (Arya a Pandian, 2014). Pandian et al. (2015) navíc připomíná roli lateralizace hemisfér. Konkrétně zmiňuje skutečnost, že postižení levé hemisféry (která je u většiny populace dominantní), negativně ovlivní motorickou kontrolu a koordinaci kloubů při komplexních úkolech, zatímco postižení pravé hemisféry bude mít vliv na zrakověprostorovou přesnost.

V experimentu, který Pandian et al. (2015) provedl u 35 osob po cévní mozkové příhodě v chronickém stádiu, byli pacienti rozděleni do dvou skupin. Experimentální skupina absolvovala pohybový trénink zahrnující méně postiženou stranu (MTLA) a kontrolní skupina pak absolvovala konvenční terapii. Obě skupiny přitom absolvovaly 24 sezení po dobu 60 minut v průběhu 2 měsíců.

Z jejich studie vyplynulo, že skupina provádějící MTLA dosáhla po skončení intervence při měření funkce nepostižené horní končetiny signifikantně lepších výsledků v testech MMT (Manual Muscle Testing – Manuální testování svalů)⁴⁶, MMDT (Minnesota Manual Dexterity Test – Minesotský test šikovnosti) a Purdue Pegboard test než skupina provádějící klasickou terapii. Navíc u skupiny provádějící MTLA bylo dosaženo signifikantně lepších výsledků postižené horní končetiny v testech FMA a ve stádiích zotavení dle Brunnstormové (Brunnstorm Recovery Stages)⁴⁷.

Autoři tak uzavírají, že MTLA podporuje svalovou sílu, šikovnost, pohybové zotavení a koordinaci postižené horní končetiny. (Pandian et al., 2015).

⁴⁵ Pro přehlednost jsou v diplomové práci uváděny úkoly související pouze s horními končetinami.

⁴⁶ Jedná se o hodnocení svalové síly, které je velmi podobné Jandovu svalovému testu. Hodnotí se síla svalů proti maximálnímu, střednímu odporu či schopnost pohybu proti gravitaci, s vyloučením gravitace, případně, zda je patrný svalový záškub nebo zda není zřejmý pohyb. Původní test pochází od Kendall et al. (1993). Stupnice hodnocení se liší, často se však používá hodnocení na škále 0-5.

⁴⁷ Brunnstorm popisuje 7 stádií obnovy motoriky u pacientů po cévní mozkové příhodě: 1) flacidita, 2) nástup spasticity, 3) zvýšení spasticity 4) snížení spasticity 5) kombinace komplexních pohybů 6) zmizení spasticity 7) návrat normálních funkcí (Saebo, 2015)

4.6.6 Shrnutí kapitoly

V rámci této kapitoly byly zařazeny studie, které pracují s bilaterálním, osově symetrickým pohybem. Za zakladatele toho typu tréninku lze přitom považovat Mudie a Matase (2000). Ti vysvětlují efektivitu tréninku na základě modulace transkalózní inhibice, aktivace postižené hemisféry a principech motorického učení.

Celkově bylo identifikováno 5 skupin, přičemž 4 skupiny využívají termín bilaterální. Jediný Pandian et al. (2015) pracuje s termínem bimanuální. Je však nutno zmínit, že na rozdíl od jiných autorů využívá při tréninku i kooperační úkoly. Šechny zmíněné články se zaměřovaly na pacienty se získaným poškozením mozku. Mudie a Matyas (2000) představili teoretický model, Han a Kim (2016), Shim a Jung (2015), Stoykov et al. (2009) pak porovnávali efektivitu osově symetrického tréninku s unilaterálním tréninkem a bilaterální trénink se jevil jako efektivnější. Vlastní náplň tréninku, frekvence i testy, kterými byla efektivita hodnocena, se však lišily. Sethy et al. (2016) porovnával efektivitu mCIMT a osově symetrického bilaterálního tréninku a došel k závěru, že bilaterální trénink horní končetiny může být použit pro zlepšení proximálních funkcí horní končetiny, avšak k výraznějšímu zlepšení došlo ve skupině podstupující CIMT. Morris et al (2008) porovnával efektivitu bilaterálního tréninku s unilaterálním tréninkem u pacientů v akutní fázi po cévní mozkové příhodě a v jeho studii došlo k významnějšímu zlepšení u unilaterální skupiny. Zde je však třeba zmínit, že způsob tréninku nebyl striktně nastaven. Pandian et al. (2015) došel na základě porovnání použití MTLA (progresivní odporového cvičení) a BT s konvenční terapií k signifikantně lepším výsledkům.

4.7 ROBOTICKÉ A MECHANICKÉ PŘÍSTROJE VYUŽÍVAJÍCÍ BILATERÁLNÍ OSOVĚ SYMETRICKÉ ÚKOLY

V případě bilaterálního tréninku mají své místo mechanické přístroje. Jejich prvotním cílem bylo usnadnit práci terapeuta. V dnešní době je lze vnímat jako předchůdce pokročilejších robotických systémů.

Robotické přístroje jsou v rehabilitaci stále populárnější. Velmi často využívají monitoringu a udělování okamžité zpětné vazby. Některé z přístrojů se pojí i s virtuálním rozhraním a existují i rehabilitační postupy, které využívají počítačové hry.

Jednotlivé robotické a mechanické přístroje a způsoby intervencí budou představeny v následujících kapitolách. Jako podklad pro tuto kapitolu sloužily jednak samostatně vyhledané články, ale také souhrnné rešerše (např. Brewer et al., 2007; Sheng et al., 2016).

4.7.1 BATRAC – Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory Cueing (Bilaterální trénink horních končetin s rytmickou zvukovou podporou)

Některými autory je *bilaterální trénink horních končetin s rytmickou zvukovou podporou* vyčleňován jako zcela zvláštní kategorie v rámci bilaterálního tréninku (Cauraugh et al., 2010; Wolf et al., 2014).

K provádění BATRAC byl vyvinut mechanický přístroj Tailwind (Raghavan et al. (2017). Ten se sestává ze dvou držadel, které se mohou téměř bez tření pohybovat v transverzální rovině (kolmo k sedu pacienta). Terapie začne tak, že pacient chytí oběma rukama rukojeti (případně je jeho ruka k rukojeti přivázána – v závislosti na míře postižení). Poté pacient použitím flexe a protrakce ramene a extenze lokte posouvá rukojeti před sebe, přičemž na konci pohybu se ozve zvukový výstup. Následně přitahuje rukojeti zpět k sobě (pomocí extenze a retrakce ramene a flexe lokte) a opět se ozve zvuk. (Whitall et al., 2000) Rozsahy jednotlivých pohybů jsou individuálně nastavitelné. U pacientů, kteří mají potíže s aktivním pohybem, může terapeut i asistovat nebo korigovat postavení pletence ramenního, cílem je však dosáhnout co nejvyššího aktivního zapojení pacienta. (Whitall et al., 2000). Pro lepší představu uvádíme Obrázek 2, na němž je vyobrazen pacient využívající Tailwind.



Obrázek 2: Přístroj Tailwind (citováno z: Tailwind Arm Rehabilitation Device, 2018)

Zvuková zpětná vazba spojená s bilaterálním tréninkem by měla podpořit interhemisferickou senzomotorickou integraci. (Latimer et al., 2010). V rámci BATRAC se hýbou buď obě končetiny stejnosměrně (je prováděna extenze v obou loketních kloubech), či

protichůdně (je prováděna flexe v jednom loketním kloubu a extenze v loketním kloubu druhé horní končetiny). Modernější přístroje umožňují i naklopení ližin, ve kterých pacient pohybuje držadly a výsledně jak tak prováděna nejen flexe a extenze lokte, ale i výraznější flexe a extenze v ramenním kloubu.

Tento pohyb napodobuje pohybové vzorce uplatňované při *reachingu*⁴⁸ a přinášení objektu. (Whitall et al., 2000; Gillen, 2016).⁴⁹

4.7.1.1 Neurofyziologické pozadí

Jeden z prvních článků, který popisuje BATRAC napsal Luft et al. (2004). Ten pomocí funkční magnetické rezonance porovnával vliv BATRAC a DMTE (Dose Matched therapeutic exercises – dávkově odpovídající terapeutické cvičení)⁵⁰ na kortikální reorganizaci. Dle jeho výsledků způsoboval BATRAC zvýšenou hemisferickou aktivaci při pohybu paretické končetiny. Změny v aktivaci se projevovaly zejména v protilehlém cerebru a stejnohlém mozečku. BATRAC byl také spojen s významným zvýšením aktivity v precentrálním a postcentrálním gyru. V případě, když byly uvažovány jen výsledky pacientů, kteří vykovali při funkční magnetické rezonanci nějakou odpověď, způsoboval BATRAC výraznější zlepšení funkce než DMTE. (Luft et al., 2004). Senesac (2006) píše, že bilaterální tréninkové aktivity mohou zvýšit aktivitu postižené hemisféry a snížit aktivitu v nepoškozené hemisféře, což poskytuje vyrovnávací účinek excitability mezi kortikomotoneurony v hemisférách. Rytmicita tréninku navíc dle Senesaca et al. (2006) může aktivovat CPG.

4.7.1.2 Efektivita

Autorský kolektiv McCombe a Whitall (2004; 2005) a Luft a Richards et al. (2007⁵¹) publikovali různé studie. Latimer et al. (2010) provedl rešerši souborně na bilaterální trénink. Většina článků, které dohledal, se však týkala právě BATRAC. Po podrobné analýze prací Whitall, McCombe a Luft však zjistili, že metodologie mnohých z těchto prací není dostačující a pouze jedna ze studií je skutečně randomizovaná (konkrétně se jednalo o studii Luft et al., 2004). Tato studie však neprokázala signifikantní výsledky (Luft et al., 2004). Za

⁴⁸ Natahováním se za předmětem, respektive dosahování (fáze úchopu) – viz například Hillerová et al. (2006).

⁴⁹ Efekt modifikovaného BATRACu (kratší doba intervence) na *reaching* za dvěma cíli zkoumal Senesac et al. (2010). Zjistil, že se zlepšuje zakřivení trajektorie, hladkost křivky a maximální rychlost při pohybu a BATRAC tak může tvořit základní kámen pro nácvik komplexnějších pohybů.

⁵⁰ Pojem Dose-matched therapy se objevuje ve více studiích, avšak jeho jasná definice či popis není nikde uveden. Z kontextu lze soudit, že se jedná o konvenční terapii, která probíhá ve stejné frekvenci a dávce, jako terapie v intervenční skupině.

⁵¹ Popisovali modifikovaný BATRAC.

zmínku ovšem stojí, že Latimer et al (2010) uzavírá, že BATRAC může být účinným nástrojem v rehabilitační intervenci. Dodává přitom, že jako účinnější se v jeho rešerši ukázal nemechanický přístup Summers et al., 2007⁵² (jednalo se o bilaterální provádění stejného úkolu, přičemž každá horní končetina ho plnila samostatně ale ve stejném čase), u kterého bylo prokázáno signifikantní zlepšení už po 6 dnech. (Ne až po 6 týdnech, jak tomu bylo u BATRAC).

Novější studie o BATRAC od McCombe Wallera et al. (2014) se soustředí na dvojfázový trénink. V první fázi je BATRAC použit k zlepšení proximálních motorických schopností a k přípravě (primingu) centrálního nervového systému před přechodem do druhé fáze. Ve druhé fázi je účastníkům poskytován na úkol zaměřený trénink s využitím dynamických dlah Seaboflex (Saeboflex dynamic hand orthosis) k podpoře zapojení horní končetiny. Ve zmiňované studii byl porovnáván efekt tohoto kombinovaného tréninku s tréninkem pouze pomocí Seabo dynamických dlah. Výsledky jejich experimentu ukazují výraznější zlepšení ve mWFMT (Modified Wolf Motor Function test)⁵³ ve skupině s kombinovaným tréninkem, u které došlo i k výraznější aktivaci mozkové kůry při pohybech horní končetiny (dle funkční magnetické rezonance).

Velmi zajímavý článek napsal Song (2015). Ten porovnával *TBT - Task-Oriented bilateral training* (na úkol zaměřený bilaterální trénink – tedy plnění komplexních úkolů) s BATRAC u pacientů s hemiparézou po cévní mozkové příhodě. Jednotlivými úkoly v rámci TBT bylo například přenášení šálků či utírání stolu ručníkem, umístování šálků do vzpřímené polohy, přenášení dřevěných tácků a pití pitné vody. Obě skupiny měly intervenci po dobu 30 minut denně, 5x týdně po dobu 12 týdnů. Přestože došlo ke zlepšení zvládnání aktivit denního života u obou skupin pacientů, u TBT skupiny bylo zaznamenáno výraznější zlepšení ve funkci horní končetiny a aktivit běžného dne. Autor tak došel ve své studii k podobnému výsledku jako Latimer et al. (2010). Oba autoři se také shodují, že bilaterální trénink bez použití přístroje je přirozenější.

⁵² U bilaterální tréninkové skupiny zvedali účastníci synchronně dva kolíky každou z horních končetin a umísťovali je do cíle na polici, která byla umístěna ve výšce před nimi. (Summers et al., 2007).

⁵³ *Wolf motor function* test je test funkčních pohybových schopností pro osoby se závažným poškozením mozku. Jeho autorem je Wolf et al., (1989), později byl upraven propagátorem CIMT Taubem, et al (1993). Modifikace tohoto testu je určena k hodnocení méně závažného stavu po poškození mozku. (Taub et al. 1993; 1998). Citace převzaty z článku od Wolfa et al. (MIDSS, 2018).

4.7.1.3 Závěr

Trojice McCombe Waller, Whitall a Luft vynalezli tento typ tréninku a právě od těchto autorů pochází většina zde zmíněných článků.

Latimer (2010), který provedl soubornou rešerši, neukázal signifikantně významné výsledky u BATRAC tréninku. V jeho studii se ukázalo, že pouze 1 z 5 nalezených studií od zmíněného autorského kolektivu má správnou metodologii a je randomizovaná. V tomto případě nevyšly výsledky pro BATRAC signifikantně významně. Senesac et al. o 4 roky dříve publikoval studii, jejímž cílem bylo prozkoumat, zda tento typ tréninku povede ke zlepšení i v netrénovaných pohybech. Výsledky experimentu provedeného u 14 účastníků naznačují, že BATRAC trénink nevede ke zlepšení výkonu v podobných úkolech. (Senesac, 2006).

Za zmínku stojí skutečnost, že Tailwind je jeden z mála přístrojů, které jsou komerčně dostupné a použitelné i v domácím prostředí. (Whitall a McCombe Waller, online)⁵⁴. V roce 2006 publikoval Hesse et al. článek, v němž představil velmi podobný přístroj pod názvem Nudelholz. Tento přístroj byl ve své době pokrokový, protože na rozdíl od původního BATRACu umožňoval pohyb nejen vpřed a vzad, ale i naklopení ližin. Navzdory této skutečnosti se však přístroj nepodařilo rozšířit tak, jako Tailwind (BATRAC).

4.7.2 BAT – Bimanual Arm Trainer (Bimanuální trenažér horních končetin)

Bimanuální trenažér horních končetin je jednoduchý mechanický přístroj. Tento přístroj byl vyvinut jako reakce na BATRAC, který pracuje pouze z flexí a extenzí lokte a ramene. Raghavan et al. (2017) přitom upozorňuje, že u pacientů po cévní mozkové příhodě velmi často dochází k vnitřní rotaci ramene⁵⁵. Z toho důvodu vytvořili BAT, jehož cílem je trénovat zevní rotaci.

Jedná se o mechanický neelektrizovaný přístroj. Pacient sedí čelně ke dvěma područkám, které jsou nastaveny přibližně na šířku jeho ramen. Každá z horních končetin je připevněna na područku (při flexi lokte, ruka přitom svírá držadlo) a úkolem je vykonávat zevní rotaci nepostiženou horní končetinou. Vzhledem k tomu, že obě područky jsou mechanicky spojeny, vyvolá pohyb neparetické horní končetiny, pohyb paretické končetiny. (Raghavan et al., 2017).

⁵⁴ Pro více informací o dostupnost viz: <http://www.tailwindtherapy.com/>

⁵⁵ Viz klasické Wernickeova-Mannovo držení (například Pfeiffer, 2007).

Z pilotní studie zmiňovaného autorského kolektivu vyplynula dobrá tolerance tréninku. Zjistili také, že relativně malá dávka tréninku způsobila klinicky významnou změnu v hodnocení Fugl Meyer a došlo také ke zvýšení hybnosti některých trénovaných i netrénovaných kloubů.

Vzhledem k tomu, že se jedná o pilotní studii, je zapotřebí vytvořit další, randomizované studie, které by efektivitu tohoto tréninku potvrdily. (Raghavan et al., 2017).

Mirrored Motion Bilateral Arm Trainer (Zrcadlový bilaterální trenažér pohybu horních končetin)

Za zmínku stojí i skutečnost, že stejná autorka (Raghavan et al. 2017) stojí za vznikem přístroje s virtuálním rozhraním patentovaným pod názvem: MIRRORRED MOTION WORKS. Tento přístroj, na němž se provádí bilaterální trénink, umožňuje supinaci a pronaci a flexi a extenzi lokte. (Weisz a Raghavan (2010), Raghavan et al., 2017). Pacient supinací a pronací a zevní a vnitřní rotací ovládá počítačovou hru. Tento robotický přístroj se nepodařilo dohledat před databáze dostupné z Univerzity Karlovy, ale Donald J. Weisz a Preeti Raghavan jsou v článku o BAT (Raghavan et al., 2017) zmíněni jako tvůrci tohoto přístroje. (Weisz a Raghavan, 2010). Existuje i webová stránka, na níž je přístroj nabízen. Jeho cena je zde stanovena na 22 500 dolarů. (MirroredMotionWorks, 2016).

Obrázek 3 pochází z oficiálních webových stránek, na nichž se přístroj prodává a zobrazuje pacienta, který Mirrored Motion Bimanual Arm Trainer využívá.



Obrázek 3: Mirrored Motion Bimanual Arm Trainer (čerpáno z MirroredMotionWorks, 2016)

4.7.3 BFIAMT – Bilateral Forced Induced Isokinetic Arm Movement Trainer (Trenažér indukující bilaterální izokinetický pohyb horních končetin)

Bilateral Forced Induced Isokinetic Arm Movement Trainer (BFIAMT) česky Trenažér indukující bilaterální izokinetický pohyb horních končetin popisuje Chang et al

(2007) (Obrázek 4).⁵⁶ Ve své rešerši ho zmiňuje Latimer et al. (2010). Uvádí přitom, že BFIAMT funguje na podobném principu jako BATRAC, avšak odpor při tréninku byl individuálně přizpůsoben úrovni horní končetiny a při maximu pohybu se neozývá zvukový signál.

Toto zařízení nabízí 4 různé režimy léčby: bilaterální pasivní, bilaterální aktivní-pasivní, reciproční a bilaterální symetrický pohyb paží. Ve studii se autoři inspirovali Mudie a Matyasem (2001)⁵⁷ a používali zejména symetrický pohyb horních končetin v kombinaci s klasickou konvenční terapií. Při porovnání vstupních a výstupních výsledků vyšlo najevo, že se zlepšila síla stisku a síla tlaku a tahu a výkon ve Fugl Meyer hodnocení. Zároveň se zvýšila pohybová rychlost, maximální rychlost a čas potřebný k dosažení maximální rychlosti. V úloze držení předmětu však zlepšení nepřetrvávalo. Výsledky tak dle autorů naznačují, že kombinace BFIAMT a konvenční terapie může podpořit zotavení pacientů s cévní mozkovou příhodou a příznivě ovlivnit jejich sílu a motorickou kontrolu. (Chang et al., 2007).



Obrázek 4: BFIAMT (převzato z Van Delden et al. (2012))

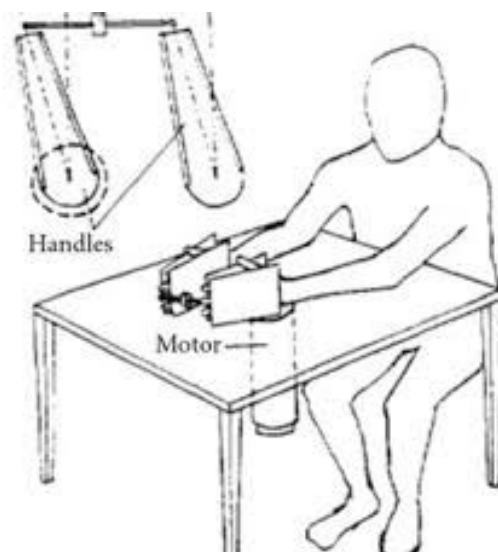
4.7.4 H-O-H – Hand-Object-Hand (Ruka–předmět-ruka)

Mezi první prototypy mechanických přístrojů patřil systém Hand-Object-Hand (H-O-H) (Ruka-předmět-ruka). Jednalo se o jedno z vůbec prvních bilaterálních tréninkových zařízení, vyvinutých pro rehabilitaci u pacientů po cévní mozkové příhodě. V systému H-O-H jsou obě ruce umístěny ve dvou pevných deskách, které omezují pohyby pacienta na flexi a extenzi zápěstí. Pacientova ruka je tak umístěna do prostoru mezi dvěma deskami, přičemž výchozí poloha je střední postavení zápěstí. Desky, které svírají dlaň, jsou mechanicky

⁵⁶ Ač byl článek dohledán přes klíčová slova, nepodařilo se jeho plný text získat přes databáze UK, naštěstí byl však dodatečně dohledán přes volný internet.

⁵⁷ Jedná se o další článek, který se podařilo dohledat přes klíčová slova (databáze OVID), avšak k plnému textu neumožňovaly databáze UK přístup. Mudie et al. v abstraktu popisují bilateral isokinematic training (BIT) tedy bilaterální izokinematický trénink. Cílem jejich studie bylo porovnat výsledky izokinematického tréninku u osob s akutní a chronickou hemiplegií.

propojeny a napojeny na k měniči síly. Pohyb desek jedné strany vyvolá pohyb druhostranných desek (Lum et al., 1993; Van Delden, 2012). Pacient tak může trénovat flexi a extenzi zápěstí buď paralelně, anebo protichůdně (Obrázek 5).



Obrázek 5: H-O-H (převzato z Van Delden et al. (2012))

4.7.5 MIME – Mirror Image Movement Enabler (Usnadňovač pohybu pomocí zrcadlového zobrazení)

MIME je roboticky asistovaný přístroj, jehož vývoj započal v devadesátých letech. Mezi první prototypy patřil již zmíněný systém H-O-H. (Lum et al., 1993, Van Delden et al., 2012). Po vytvoření mnoha různých prototypů vznikl přístroj, který umožňuje bilaterální pohyb horních končetin v trojrozměrném prostoru.

Pacienti sedí v průběhu terapie na vozíku. Jejich trup je přitom fixován popruhy, které limitují pohyby těla. Postižená horní končetina je umístěna do dlahy, která omezuje pohyb zápěstí a ruky (akra). Zařízení se tak zaměřuje na trénink ramenního a loketního kloubu.

Robotický manipulátor (*PUMA 560, Staubli Unimation Inc, Duncan, South Carolina* – Obrázek 6) připevněný k dlaze vyvíjí sílu, kterou obvykle vyvíjí terapeut. Robot má čtyři režimy: roboticky asistovaný pohyb – pasivní, aktivně-asistovaný, aktivně-omezený a bilaterální. (Lum et al., 2006).



Obrázek 6: MIME (převzato z článku Lum et al. (2006))

V pasivním módu pacienti relaxují a robot hýbe jejich horní končetinou v předem definované trajektorii, čímž je prováděn pasivní pohyb. V aktivně-asistovaném módu iniciují pacienti začátek pohybu a zbytek je roboticky asistovaný. V aktivně - omezeném módu byl pak pacientům dáván odpor. (Lum et al., 2006).

V případě bilaterálních pohybů asistuje robot ve vykonávání zrcadlově symetrických pohybů na postižené horní končetině, zatímco je snímán pohyb druhostranné končetiny.

4.7.5.1 Efektivita

Efektivitu použití MIME shrnul Van Delden et al. (2012), který popisuje výsledky 3 randomizovaných studií. Lum et al. (2002) porovnává účinek MIME s NDT. Intervence u této skupiny trvala jednu hodinu a v průběhu dvou měsíců absolvovali pacienti celkem 24 sezení. V rámci jednoho sezení byly použity všechny 4 módy MIME (tedy 25 minut unilaterálního tréninku a 12 minut bilaterálního tréninku v rámci jednoho sezení). Výsledky intervence byly měřeny pomocí FIM, FMA, biomechanického měření síly a kinematiky reachingu. Po dvou měsících tréninku došlo u skupiny absolvující MIME trénink k dosažení lepších výsledků v pohybech proximálních oblastí dle FMA, bylo zaznamenáno zvýšení síly v proximálních oblastech a zlepšení schopnosti reachingu. Po 6 měsících nebyl pak už rozdíl mezi skupinami dle FMA významný, avšak skupina absolvující MIME dosáhla lepších výsledků v hodnocení FIM. (Lum et al., 2002; Van Delden et al., 2012). Autoři přehledu tak dodávají, že je otázkou, který z módů MIME mohl za zlepšení. (Van Delden et al., 2012).

O čtyři roky později provedli Lum et al. (2006) opět srovnání MIME s NDT, tentokrát však u 30 pacientů v subakutní fázi po poškození mozku. Tentokrát však

porovnávali efekt NDT, bilaterálního MIME módu, unilaterálního MIME módu a kombinovaného unilaterálního a bilaterálního módu. Dle proximálního FMA a Motor Status Score (synergy scale) pouze kombinovaný bilaterální-unilaterální mód předčil výsledky NDT. Po 6 měsících po ukončení intervence pak už nebyly rozdíly mezi jednotlivými skupinami významné, jen v rámci MIME módu měla nejlepší zisk unilaterální skupina. (Lum et al., 2006; Van Delden et al., 2012).

O 5 let později pak Burgar et al. (2011) ze stejného autorského kolektivu porovnával efekt tréninku i osob v akutní fázi po poškození mozku (od 7 do 21 dní). Celkem byli pacienti rozděleni do 3 skupin. První skupina absolvovala velmi intenzivní trénink pomocí MIME (30 hodin tréninku MIME ve všech módech), druhá skupina podstoupila méně intenzivní trénink (15 hodin) a třetí skupina pacientů pak měla konvenční terapii. Po ukončení třítýdenní intervence měla skupina s vysokou dávkou MIME nejlepší výsledky ve FIM. Po 6 měsících pak tento výsledek nepřetrvával. Nicméně dle Modifikované Aschworthovy škály⁵⁸ došlo u skupiny s více intenzivním tréninkem k významnějšímu snížení spasticity. (Burgar et al., 2011).

Velkou nevýhodou MIME je však jeho komerční nedostupnost. (Van Delden et al., 2012). Vzhledem k tomu, že všechny zmíněné studie pochází od stejného autorského kolektivu, je otázkou, do jaké míry jsou výsledky objektivní. Celkově lze shrnout, že MIME bylo vyzkoušeno u osob po poškození mozku v akutní, subakutní i chronické fázi. Ve follow up studii provedené u pacientů v chronické fázi dopadl MIME trénink (v rámci něhož byly ovšem použity všechny módy) lépe než NDT. Studie provedená u pacientů v subakutní fázi ukázala u MIME po 6 měsících lepší skóre ve funkčních testech při unimanuálním módu než v módu bimanuálním a bezprostředně po intervenci předčil výsledky NDT pouze kombinovaný mód. U pacientů s akutním poškozením mozku pak u skupiny s nejvíce intenzivním tréninkem byly lepší výsledky v MAS než u skupiny podstupující konvenční terapii. (Burgar, 2011).

4.7.6 ARCMIME

Jak píše Sheng et al. (2016) a Van Delden et al. (2012), ARCMIME vznikl jako reakce na MIME. Cílem Mahoneyho et al. (2003) bylo vyvinout klinicky životaschopné komerční zařízení s podobnými klinickými výsledky jako systém MIME. Struktura ARCMIME se skládá z hliníkových výlisků a desek, na kterých jsou namontovány dlaňové dlahy. Systém

⁵⁸ Škála měřící spasticitu.

byl navržen tak, aby mohl být ručně nastaven a přestavěn. Navíc může být úhel sklonu v horizontální rovině nastaven a horní končetiny by se teoreticky mohly otáčet o 345 ° kolem svých jednotlivých otočných bodů. Avšak pohyb, který poskytuje ARCMIME, je povolen pouze podél desek spíše než 3D prostoru.

ARCMIME je první zařízení, které je navrženo za účelem použití klienty doma nebo v nemocnici. Avšak jak píše Van Delden et al. (2012) není aktuálně komerčně dostupné.

Byla dohledána pouze jedna studie, která se zabírala efektivitou ARCMIME, což byla první studie, v níž byl představen ARCMIME a výsledky jeho použití byly porovnány s výsledky při použití MIME. Vzhledem k tomu, že mezi nimi nebyl významný rozdíl, uzavřel Mahoney et al. (2003), že ARCMIME by mohl představovat vhodný nástroj pro robotický bilaterální trénink.

4.7.7 BI-MANU-TRACK

Jedná se o roboticky asistovaný přístroj, který je jako jeden z mála i komerčně dostupný. Jeho vynálezcem a propagátorem je Hesse et al. (2005). Cílem kolektivu bylo vymyslet robotický přístroj, který by se více než na ramenní klouby zaměřoval na distální část horní končetiny.

Trénink funguje tak, že pacientovo předloktí je umístěno do dvou molitanových držadel. Pacient pak drží rukojeti přístroje (výchozí postavení je střední postavení zápěstí a 90° flexe v lokti) a bilaterálně provádí supinaci či pronaci a flexi a extenzi zápěstí. Robot má přitom tři počítačově řízené módy. Prvním je *pasivní-pasivní mód*, při němž je pohyb obou horních končetin řízen počítačem. Druhý mód je *pasivní-aktivní mód*, při němž nepostižená horní končetina pohybuje končetinou paretickou. Poslední mód se nazývá *aktivní-aktivní mód* (nebo též odporový), při němž se postižená horní končetina aktivně pohybuje proti počátečnímu odporu a poté obě horní končetiny spolupracují, aby dosáhly pohybu. Některé varianty zařazují také aktivní-pasivní mód, kdy pohyb provádí aktivně paretická horní končetina. (Liao et al., 2011). Obrázek 7 vyobrazuje přístroj Bi-Manu-Track.



Obrázek 7: Bi-Manu-Track (převzato z Van Delden et al. (2012); RehaStim Medtec (2018))

Dle Hesse et al. (2012) se ukázalo, že pravidelně prováděný trénink snižuje spasticitu u pacientů v chronickém stádiu po cévní mozkové příhodě a zároveň pozitivně ovlivňuje motorické funkce.

Jedna z mála studií, která se podařila dohledat, srovnává efektivitu funkční elektrické stimulace paretické horní končetiny s bilaterálním tréninkem na Bi-Manu-Track robotickém trenažéru končetin. Autoři předpokládali, že vzhledem k častějšímu opakování (800 opakování oproti 60 opakováním za sezení) a bilaterálnímu módu, bude u skupiny Bi-Manu-Track dosaženo lepších výsledků v hodnocení Fugl-Meyer a v Barthel Indexu. Jejich hypotéza byla u 44 pacientů, kteří byli do 8 týdnů po cévní mozkové příhodě, potvrzena. (Hesse et al., 2005).

Randomizovanou studii zkoumající efektivitu Bi-Manu-Track vytvořil Liao et al. (2012). Ten porovnával efekt tréninku s Bi-Manu-Track s konvenční terapií založenou na neurovývojových přístupech u 20 pacientů v chronické fázi po poškození mozku. Obě skupiny pacientů trénovaly 5 dní v týdnu po dobu 4 týdnů a u obou skupin bylo 15 minut věnováno tréninku specifického úkolu. Byly porovnány výsledky Fugl-Meyer testu, hodnocení FIM, Motor Activity Log⁵⁹ a ABILHAND⁶⁰ dotazníku. Výsledky u skupiny používající Bi-Manu-Track prokázaly signifikantní zlepšení pohybových funkcí, aktivity paretické horní končetiny a zlepšení bilaterální koordinace ve srovnání s kontrolní skupinou. Autoři tak uzavírají, že symetrický bilaterální robotický trénink kombinovaný s tréninkem funkčních úkolů může signifikantně zlepšit motorické funkce horní končetiny a vlastní vnímání schopnosti horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě

⁵⁹ Jedná se o semistrukturovaný dotazník hodnotící používání paretické horní končetiny při běžných denních činnostech. (© 2011 UAB CI Therapy Research Group)

⁶⁰ ABILHAND: a measure of manual ability for adults with upper limb impairment je nástrojem, který měří manuální aschopnosti horních končetí osob po cévní mozkové příhodě při vědních denních činnostech. (Rehab-Scales, 2018).

4.7.8 ARM STUDIO – intenzivní přístrojový bilaterální trénink

Arm studio popisuje Buschfort et al. (2010). Jedná se o trénink za pomoci více přístrojů, které ovšem všechny distribuuje stejná firma.⁶¹ Přístroje jsou navrženy k intenzivní intervenci pro středně těžké až závažné postižení horní končetiny. V jeho studii byly zařazeny konkrétně tyto přístroje: Bi-Manu-Track (BMT); elektromechanický trenažér prstů Reha-Digit (RD); a mechanický trenažér horní končetiny Reha-Slide (RS) a Reha-Slide Duo. (Buschworth et al., 2010)

Cílem studie bylo zjistit přijetí, využití a klinické hodnocení Celkem 119 pacientů podstoupilo 15 intervencí v Arm studiu v průběhu třech týdnů. Všem pacientům byla zároveň zachována i klasická terapie. Každá z přístrojových intervencí trvala 30-45 minut. Jednotlivé přístroje, na kterých pacienti procvičovali, byly vybírány dle závažnosti postižení. Pro plegickou končetinu to bylo BMT (Bi-Manu-Track) a RD (Reha-Digit), pro funkčně omezenou končetinu s proximálními a distálními pohyby BMT (Bi-Manu-Track) a RS (Reha-Slide) a pro končetinu, která byla schopná uchopit a pustit předmět RS (Reha-Slide) a RSD (Reha-Slide Duo). (Buschfort, 2010).

U všech pacientů došlo ke zlepšení v hodnocení Fugl-Meyer a ARAT (Action Research Arm Test). Autoři tvrdí, že takto intenzivní program může mít velký potenciál, ale pro ověření výsledků jsou zapotřebí další studie. (Buschfort, 2010).

4.7.9 ODPOROVÝ BILATERÁLNÍ TRÉNINK

Tato kategorie je popisována zejména autorským kolektivem Kang a Cauraugh. Principem této metody je, že obě končetiny se bilaterálně pohybují proti odporu (například konají extenzi zápěstí).

Cauraugh et al. (2005) používá termín *bilateral movements* (bilaterální pohyb) nebo *bilateral training* (bilaterální trénink). Myslí tím současný pohyb obou horních končetin, kdy postižená horní končetina má na sobě elektrody a dochází k elektrostimulaci a zdravá horní končetina postižené končetině napomáhá při vykonávání pohybu. Termín „napomáhá“ je však poněkud zavádějící. Cauraugh a Kim (2002), Cauraugh a Kang (2017) a Cauraugh et al. (2005) nevysvětlují sice přesné provádění motorické jednotky, ale v metodologii práce je popsáno, že horní končetiny jsou uloženy do dvou oddělených přístrojů a je tak možné provádět izometrickou extenzi zápěstí či prstů proti odporu 11,4 kg (Cauraugh a Kim, 2002).

⁶¹ Konkrétně se jedná o firmu Hasomed.

Při objasňování účinku současného bilaterálního tréninku EMG stimulace se Cauraugh a Kim (2002) odvolávají na Bernsteina (1967), který tvrdí, že obě horní končetiny jsou centrálně propojeny jako jedna koordinovaná strukturní jednotka: ruce a prsty fungují v homologním spojení svalových skupin obou stran těla.

Cauraugh a Kim (2002) dále píší, že pokud obě končetiny provádějí stejný typ pohybu (například extenzi zápěstí) ve stejném čase, komplexní systém je považovaný za stabilní a stejnofázový. Zároveň se odvolávají na článek Mudie a Matyase (2000) kteří předpokládali, že bilaterální akce vyvolávají interhemisférickou disinhibici, která může umožnit aktivování alternativních neuronových okruhů).

Tři alternativní nervové okruhy mohou teoreticky suplementovat aktivitu koordinovanou za normálních okolností postiženou hemisférou: 1) ipsilaterální nepoškozené kortikomotoneurony v postižené hemisféře 2) ipsilaterální kortikospinální dráha z nepoškozené hemisféry, anebo 3) nepřímá kortikospinální dráha.

Výsledky kombinovaného bilaterálního tréninku a EMG publikoval Cauraugh s autorským kolektivem v roce 2009. Tentokrát už používal termín *coupled bilateral load training*. (Cauraugh et al., 2009).⁶² V roce 2014 se pak Kang et al. (2014) pokoušel na podkladě EMG objasnit, na které svaly paretické horní končetiny má bilaterální odporový trénink největší vliv. Při tomto experimentu přitom jedinci pozorovali jednoduché herní prostředí na obrazovce, které znázorňovalo cíl a čáru, která se za pomoci extenze zápěstí přibližovala k cíli (znázorněno na Obrázku 1).



Obrázek 8: Bilaterální trénink (Cauraugh a Kim, 2014).

⁶² Coupled bilateral movement training neboli propojený bilaterální trénink popisuje Kang et al. (2014).

Ukázalo se, že schopnost zvyšovat svalovou aktivitu se zlepšila ve svalových skupinách všech hlavních kloubů, přičemž ve svalech pletence ramenního, zápěstí i prstů došlo k vyšší aktivaci než v oblasti lokte. Autoři uzavírají, že po bilaterálním tréninku se zlepšuje schopnost svalové aktivity v kloubních pohybech a že dochází k vyšší aktivaci svalů potřebných pro ovládání pohybu. (Kang et al., 2014).

4.7.10 APBT – Active – Passive Bilateral Training (Aktivní pasivní bilaterální trénink)

Stinear et al. (2008) a později Stinear a Stoykov (2010) přišli s termínem *bilaterální priming*, který podle nich stojí za úspěchem *APBT* (*aktivního-pasivního bilaterálního tréninku – active passive bilateral training*). Obecně znamená termín priming druh paměti na nevědomé (podprahové) úrovni, který však jedince ovlivňuje a orientuje, anebo tento termín značí implicitní připravenost (Slovník cizích slov, 2018).

Dle Stinear a Stoykova (2010) je bilaterální priming neuromodulační technika, která se vyvíjela z bilaterálního tréninku a může být použita k vyvažování excitability mezi kortexy před započítím tréninku unimanuálních úkolů. Dle autorů pak rozdíl mezi bilaterálním primingem a bilaterálním tréninkem spočívá v tom, že v případě bilaterálního tréninku je plnění bilaterálních úkolů vlastní podstatou úkolu, zatímco v druhém případě bilaterální pohyby činí motorický systém více náchylnější/vnímavější k navazujícím unilaterálním úkolům a funguje tak jako příprava k tréninku postižené končetiny. (Stinear a Stoykov, 2009; Stoykov a Corcos, 2009).

APBT je pak trénink, kterým je bilaterálního primingu docíleno. Je založen na repetitivních zrcadlově symetrických bilaterálních pohybech zápěstí do flexe a extenze, z výchozího středního postavení zápěstí. Jedná se o přístrojově asistovaný trénink, který se provádí 10 minut před pohybovým procvičováním (klasickou terapií).

Ve studiích je k provádění APBT používán přístroj zvaný Rocker. (Stinear a Stoykov, 2010) – Obrázek 9.



Obrázek 9: The Rocker (převzato ze článku Van Delden et al. (2012))

Sheng et al. (2016) uvádí, že tento přístroj je jakýmsi upgradem dříve vyvinutého systému H-O-H. (kapitola 4.7.4 – H-O-H). V případě APBT jsou obě ruce umístěny a připevněny do dvou vertikálně orientovaných desek, které jsou mechanicky propojeny. Pohyb neparetické horní končetiny se skrze mechanické propojení přenáší na paretickou končetinu a ta se tak hýbe. Pacienti jsou instruováni používat nepostiženou končetinu v rytmické flexi a extenzi zápěstí při vyloučené gravitaci. To způsobí pasivní zrcadlové rozpohybování paretické končetiny. Rocker umožňuje rozsah 150° flexe a extenze a zároveň umí tento přístroj měřit počet repetic. (Stoykov a Stinear, 2010).

Autoři tvrdí, že priming spojený s pohybovým procvičováním znamená výraznější zlepšení pohybu než pouhé motorické procvičování (hodnocení bylo prováděno Fugl – Meyer testem). (Stinear a Stoykov, 2010).

Stinear et al. (2013) vytvořila o pár let později randomizovanou kontrolní studii s 57 pacienty v subakutním stádiu po první ischemické cévní mozkové příhodě. Skupina PRIMED podstupovala před fyzioterapií horních končetin *active - passive bilateral training* každý den po dobu 4 týdnů přístrojově řízené zrcadlově symetrické pohyby. Kontrolní skupině byla před fyzioterapií podána intermitentní kožní elektrická stimulace na předloktí. Hodnocení bylo provedeno na počátku, v 6., 12. a 26. týdnu. Cílem bylo zjistit, jaká část pacientů dosáhne plató úrovně ve 12. týdnu. Měření bylo prováděno pomocí experimentálního testu Action Research Arm Test (ARAT).

Výsledky ukázaly, že účastníci PRIMED dosáhli třikrát častěji než kontrolní dosáhli své plató úrovně ve 12. týdnu, zároveň došlo k významnější rebalanci korové motorické

excitability než u kontrolní skupiny ve 12. a 26. týdnu. Bilaterální priming tak dle autorů urychluje obnovu funkce horních končetin v prvních týdnech po cévní mozkové příhodě.

4.7.11 Bimanual Handlebar (Bimanuální řídítka)

Jedná se o přístroj, česky přeložitelný jako Bimanuální řídítka, který byl popsán Trlepem et al. (2012). Pacient při tréninku sedí a pohybuje řídítky dopředu a dozadu. (Přístroj je tak zaměřený zejména na pohyb proximálních kloubů jako je rameno a loket). Zároveň však přístroj umožňuje pohyb řídítek kolem osy kolmé k ose posunu. Bimanuální řídítka umí snímat sílu a otáčivý moment každé končetiny zvlášť. Celá řídítka se otáčí jako volant a mohou vyvíjet aktivně odpor proti pohybům testovaného. (Trlep et al., 2012; Van Delden et al., 2012).

Na horní straně řídítek je namontována LCD obrazovka, která umožňuje vizuální reprezentaci virtuálního úkolu. Úkolem pacienta je sledovat referenční objekt na obrazovce posouváním řídítek, jejichž vizualizace je také zobrazena na obrazovce. V bimanuálním módu pak musí pacient koordinovat obě končetiny, aby udržel konstantní trajektorii sledování objektu. Bohužel se k použití Bimanuálních řídítek nepodařilo dohledat žádnou další studii.

4.7.12 BUiLT – Bilateral Upper-Limb Trainer (Bilaterální trenažér horních končetin)

Bilaterální trenažér horních končetin (BUiLT) byl vyvinut, aby umožňoval zrcadlově symetrický bilaterální trénink se začleněným zařízením virtuální reality k podnícení motivace k tréninku. Zařízení obsahuje centrální podpůrnou strukturu, která je připevnitelná k pevnému povrchu. Dále se skládá ze dvou područek pro podepření pravého a levého předloktí (ty lze uchytit suchými zipy) a joystiku. Područky jsou součástí dvou spojených ramen, která jsou připevněna k centrální podpůrné struktuře. Zařízení tak umožňuje pohyb v alespoň dvou stupních volnosti v dvojrozměrné rovině pohybu. (Obrázek 10).



Obrázek 10: Bulit (převzato z článku Samson et al. (2010))

Centrální bod otáčení je pasivní, což usnadňuje vnější / vnitřní rotaci ramen při cvičení. Výška, náklon a odporová síla jsou regulovatelné, lze tak například zvýšit obtížnost při různých klinických trénincích. Pohyby postižené horní končetiny je možné zachytit na webovou kameru a zpracovávat hry tak, aby odpovídaly úrovni funkce horních končetin v reálném čase. (Verkaiik et al., 2008 (GooglePatents)).

Dle Shenga et al. (2016) byly provedeny dvě randomizované studie, které řeší efektivitu BUiLT. Jedné z nich se účastnilo 14 pacientů po poškození mozku v chronické fázi onemocnění, kteří absolvovali 50 minutový trénink. Výsledky ukazují na signifikantní zlepšení ve Fugl Meyer hodnocení, ale žádné zlepšení ve Wolfově funkčním motorickém testu. Navíc v Disabilities of the Arm, Shoulder & Hand questionnaire (Dotazník hodnotící disabilitu paže ramene a ruky)⁶³ čtyři pacienti poukazovali na bolest ramene v průběhu tréninku.

Následující studie pak měla u 5 pacientů po poškození mozku ohodnotit použití BUiLT s virtuální realitou. Po dobu 6 týdnů byly každodenně poskytovány 45minutové terapie. Sampson et al. (2010) používal webkameru, která zobrazovala na počítačovém monitoru pohyb paretické horní končetiny při virtuální hře (Obrázek 10). Pacient měl

⁶³ 30bodový dotazník hodnotící funkční úkoly jako je otevírání pečovky nebo například psaní. Úkoly jsou přitom hodnoceny na pětibodové stupnici (PhysioPedia, 2018).

například chytat motýly. Při této hře viděl vizualizaci své paretické horní končetiny uložené v dlaze a její pohyb za motýly, kteří byli zobrazeni a monitoru v reálném čase.

Při experimentu došlo ke zlepšení ve Fugl Meyer hodnocení, zároveň se zvýšila motivace a zlepšila se svalová síla svalů loketního kloubu. Avšak vzhledem k tomu, že se experimentu zúčastnilo málo pacientů a nebyla provedena follow up studie, je těžké ohodnotit skutečnou efektivitu BUiLT.

4.7.13 Bimanual visuomotor movement training (Bimanuální vizuomotorický pohybový trénink)

Jedná se o trénink využívající počítačového zobrazení. Pacient sedí před monitorem s flektovanými opřenými lokty. V rukou drží držadla, jimiž ovládají počítačovou hru. Pomocí flexe zápěstí pravé horní končetiny se obrazce pohybují nahoru a dolů a pomocí flexe a extenze levého zápěstí se pohybují doprava či doleva. Trénink probíhá bilaterálně.

Autorem zmiňovaného článku je Neva et al. (2014), který si však nekladl za cíl popsat nový typ trénink či představit přístroj, avšak objasnit neurofyziologické pozadí bilaterálního tréninku. (Používá však pojem bimanuální vizuoprostorový pohybový trénink).

V experimentu zkoumal efekt transkraniální magnetické stimulace (konkrétně *theta burst simulation*) a bimanuálního tréninku a způsob ovlivňování dorsálního motorického kortexu a stejnostranné motorické oblasti. Postuluje domněnku, že současná aktivace homologních reprezentací M1 napříč oběma hemisférami kombinovaná s nervovým vstupem pomocí stimulace z levého dorsálního premotorického kortexu podporuje současné zvýšení excitability reprezentace M1 pro trénované svaly při bimanuálním tréninku.

Ve velmi podobném experimentu pak popisuje, že modulace M1 může ústít ve snížení pokračující interhemisférické inhibice (nebo nepřímé zvýšení facilitace) homologního druhostranného M1 regionu u zdravých jedinců skrze transkalózní nebo subkortikální propojení. (Neva et al., 2014 b)

4.7.14 EXOSKELETONY

Stewart et al. (2017) popisuje exoskeletony využívané obecně při rehabilitaci hemiparézy. Ve své rešerši se zaměřuje i na unimanuální exoskeletony. Některé ze zmíněných exoskeletonů se však využívají i v bilaterální rehabilitaci a budou zmíněny níže.

Exoskeleton pro bilaterální trénink popisuje Rahman a Al-Jumaily (2012). Jedná se o robotický systém, kdy je pohyb paretické horní končetiny ovládán pohybem druhé horní končetiny. Článek z roku 2012, v němž autoři zařízení popisují, je velmi technický, ale zjednodušeně lze říci, že na paretické horní je nasazen exoskeleton, který je ovládán počítačem. Pohyb neparetické končetiny je pak snímán pomocí senzorů ve speciální rukavici. Tyto senzory přenesou informace o poloze prstů do počítače, který indukuje pohyb exoskeletonu. Horní končetiny tak provádí bilaterální pohyb. Přestože je exoskeleton nasazen na téměř celé paži, jsou jím ovládány pohyby distálních svalových skupin – prstů.

Další typ exoskeletonu představila Leonardis et al. (2015). Exoskeleton BRAVO je opět ovládán na základě snímání EMG signálů nepostižené horní končetiny a jeho převod na paretickou horní končetinu. Tento systém je zaměřen na nácvik úchopů.

U obou studií se však jednalo o představení prototypu a odzkoušení systému a zvážení jeho teoretického vlivu na rehabilitaci pacientů s hemiparézou. Nepodařilo se dohledat randomizovanou kontrolovanou studii či studii s funkčními testy, která by prokázala jejich vliv.

Exoskeleton (respektive robotickou ortézu) s názvem UL-EX07 představila Byl et al. (2013). Ve své studii porovnávala efekt na úkol zaměřeného tréninku vedeného fyzioterapeutem s virtuálním specificky zaměřeným tréninkem vedeným robotickou ortézou u 15 pacientů v chronické fázi po cévní mozkové příhodě. Tento exoskeleton umožňuje abdukci, addukci, flexi, extenzi, vnitřní a zevní rotaci v ramenním kloubu. V lokti pak povoluje flexi a extenzi, supinaci a pronaci. Zápěstí může vykonávat flexi, extenzi a ulnární i radiální dukci.

Při unilaterálním tréninku provádí pacienti virtuální úkoly (s využitím 2D obrazovky) a ortéza UL-EX07 poskytuje částečnou asistenci při plnění úkolů v jedné z osmi navržených her. Ortéza má však i bilaterální pohybový mód, při němž nepostižená horní končetiny asistuje postižené. Obě ruce jsou tak zasazeny v ortéze, přičemž nepostižená horní končetina určuje úhel, do kterého bude převedena postižená horní končetina na základě snímání rozdílných pozic kloubů.

Kontrolní skupina pak prováděla na úkol zaměřený trénink vedený fyzioterapeutem. Trénink byl založen na principech neuroplasticity a využíval na učení založený, úkolově orientovaný repetitivní trénink k obnovení k podnícení zlepšení funkce. Intervence byla

adaptovaná na schopnost jedince, zaměřovala se na hemiparetickou horní končetinu a podporovala stabilitu trupu a posturální kontrolu v průběhu funkčních úkolů. Úkoly byly víceméně vždy jednostranné, pouze v některých případech bylo zapotřebí stabilizovat předmět nepostiženou horní končetinu k tomu, aby postižená horní končetina mohla provést úkol. (Byl et al., 2013)

Měření efektivity bylo prováděno pomocí Fugl Meyer Testu a nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl mezi oběma skupinami. Je však třeba zmínit, že u obou skupin došlo ke snížení motorického impairmentu (regulace svalového tonu, snížení bolesti, zvýšení volných pohybů atd.), který však neměl významný dopad na provádění každodenních činností a jemnou motoriku. Autoři tak uzavírají, že robotická ortéza může být začleněna do rehabilitační intervence, ale je zapotřebí dalších výzkumů k objasnění jejího použití k maximalizaci zotavení. (Byl et al., 2013). Za zmínku zde stojí skutečnost, že u pacientů bylo zjištěno zlepšení i přes skutečnost, že intervence probíhala v relativně nízké frekvenci (za 6 týdnů pouze 18 terapií) a pacienti dělilo od jejich příhody více než 16 let.

Boos et al. (2011) představil exoskeleton, který kombinuje práci se zrcadlem či počítačovou obrazovkou. Použití exoskeletonu je cíleno na distální funkce horní končetiny (konkrétně na rozvírání a svírání). Terapie probíhá tak, že je pacientovi nasezen exoskeleton na postiženou horní končetinu. V prvním případě je paretická končetina s exoskeletonem umístěna za zrcadlem. Pacient při tréninku hýbe nepostiženou horní končetinu a sleduje její odraz v zrcadle, v druhém případě je pak obraz obou končetin sledován na ploché obrazovce. Pohyb nepostižené končetiny je přitom snímán a přenáší informace do exoskeletonu, který asistuje paretické končetině. (Boos et al., 2011).

Podobně jako u výše zmíněných studií, i zde se jednalo o odzkoušení jakéhosi prototypu (konkrétně u 3 osob se středně těžkou a těžkou hemiparézou vzniklou následkem cévní mozkové příhody). Účastníci absolvovali 8 sezení, která trvala 30-60 minut a dle autorů všichni prokázali pozitivní adaptaci na trénink. Dle autorů je tak zapotřebí pokračovat v dalších výzkumech, které by potvrdily efektivitu bilaterálního tréninku s vizuální kontrolou podporovanou exoskeletonem. (Boos et al., 2011).

4.7.15 Shrnutí kapitoly

Bylo identifikováno mnoho robotických a mechanických přístrojů, které umožňují bilaterální trénink. Některé se přitom zaměřují na poskytování zvukové zpětné vazby (například BATRAC), jiné naopak pracují s virtuálním herním prostředím (MIME,

Mirrored Motion Bilateral Arm Trainer nebo BUILT). Jiné přístroje slouží k bilaterálnímu poskytnutí odporu a pracují tak nejen na principu modulace interhemisférické inhibice, ale i na principu přelévání sil (např. Cauraugh a Kim, 2002; Cauraugh et al., 2009; Kang a Cauraugh, 2014).

Články od Stinear (2008) a Stinear a Stoykov (2010) zaměřující se na APBT (aktivní-pasivní bilaterální trénink) se zcela vymykají, neboť podstatou terapie zde není přístrojový bilaterální trénink, avšak priming, který má sloužit jako jakási příprava na další terapii.

Objasnění neurofyzilogického pozadí se přitom různí. Dle autorů BATRAC (např. Whitall et al., 2000, Luft et al., 2004) funguje trénink mimo modulaci transkalózní inhibice a aktivace postižené hemisféry i díky tomu, že oslovuje centrální generátory pohybu (Senesac et al., 2006). S rytmem přitom pracuje i BAT (Bilaterální trenažér horních končetin) a BFIAMT (*Trenažér indukující bilaterální izokinetický pohyb horních končetin*), u BFIAMT se ovšem neozývá zvukový výstup. (Raghavan et al., 2017; Cheng et al., 2007).

Některé přístroje pak, jak už název napovídá, vychází z principu zrcadlení pohybů končetinami (Mirrored Motion Bilateral Arm Trainer, MIME či ARCMIME, ale například i exoskeleton od Boos, 2011). (Weisz a Raghavan, 2010, Raghavan et al., 2017; Lum et al., 2006; Mahoney et al., 2003)

Velkou skupinu pak tvoří exoskeletony, které fungují tak, že pohyb nepostižené horní končetiny je snímán a přenášen na zařízení, které je nasazeno na paretické končetině a umožňuje tak simultánní pohyb. (Rahman a Al-Jumaily, 2012; Leonardis et al., 2015, Byl et al., 2013; Boos et al., 2011).

Jen 3 přístroje jsou přitom komerčně dostupné (konkrétně se jedná o přístroj Tailwind (BATRAC) dále MMBAT (Mirrored Motion Bimanual Arm trainer a Bi-Manu-Track.)

Autoři se přitom neshodují ve využívání pojmů bilaterální a bimanuální. Více autorů pracuje s termínem bilaterální (Chang et al., 2007; Lum et al., 2002; Lem et al., 2006; Stinear a Stoykov 2010; Stoykov, 2003; Sheng et al., 2016, Sampson et al., 2010, Verkaiik et al., 2008; Mahoney et al., 2003) Druhou skupinu tvoří Bi-Manu-Track (Hesse et al., 2005; Hesse et al., 2012 a Liao et al., 2012), BimanuHandlebar (Trlep et al., 2012), Mirrored Motion Bimanual Arm Trainer (Raghavan et al., 2017) a články publikované Nevou et al. (Bimanuální vizuomotorický trénink) (Neva et al., 2014a; 2014b). Lze shrnout, že pakliže autoři užívali pojem bimanuální, byl trénink zaměřen na distální část horní končetiny (Neva et

al. (2010a; 2010b); Byl et al. (2010); Hesse (2005; 2006), Liao (2012), avšak i u termínu bilaterální se někteří autoři zaměřovali na distální část končetiny (např. Stinear a Stoykov, 2010; Stoykov et al, 2013). Pojem tak nebyl vázaný na to, jaká část končetiny se při něm aktivuje.

4.8 SHRUTÍ VÝSTUPŮ REŠERŠE

Souhrnný přehled výsledků znázorňuje Tabulka 2 uvedená na další stránce. Každý řádek v tabulce značí jeden článek a ty jsou uspořádány barevně dle kategorií uvedených v prvním sloupci zleva. Druhý sloupec pak popisuje název metody. Ve třetím sloupci je jméno autora. Sloupce 4-7 označují, na jakých neurofyzilogických principech metoda stojí. Pohyb je ve sloupci 11-13 rozdělen na stejnofázový, protifázový a kooperčání. Další sloupec ukazuje, zda se vyžívalo cvičení proti odporu. Sloupce 15 a 16 popisují, zda byla využita VR (virtuální realita) či ROBO (Robotický nebo mechanický přístroj). Účel provádění tréninku byl rozdělen na priming a terapii. Sloupce 19-20 popisují, zda byl trénink zaměřen spíše na proximální či distální část horní končetiny. (Zkratka 1 přitom znamená, že se trénink zaměřoval hlavně na oblast lokte). Sloupec *Výsledky studie* popisuje s jakou intervencí byla daná metoda porovnávána (v dalších sloupcích je případně specifikována dozaš terapie) a zda bilaterální trénink (BT) dopadl lépe. V tabulce je také popsáno o jaký typ studie se jedná (zda jde o randomizovanou studii – RCT, rešerši, pilotní studii (užitá zkratka pilot) anebo zda jde o metaanalýzu (zkratka meta).

V případě, že metoda odpovídá danému kritériu, je uveden *puntík*. Pokud informace nebyla ve článku uvedena, je políčko v řádku *prázdné*. Pokud daná kategorie nebyla ke článku relevantní, je použit termín *nelze*. V případech, že autor explicitně nezmínil danou skutečnost, avšak z kontextu problematiky a užitých citací je pravděpodobné, že metoda do dané kategorie patří, je uveden *otazník*.

Zkratka UT znamená unilaterální terapii, KT: klasickou či konveční terapii, NDT značí terapii založenou na neurovývojových přístupech, MT je zkratku pro Mirror Therapy a zkratka FES znamená funkční elektrickou stimulaci.

Je nutno dodat, že tabulka neobsahje skupinu bimanuálního tréninku založeného na neurovývojových přístupech. Tato skupina byla zařazena na základě zmínky v rešeršní práci Stoykov et al. (2009), ale nepodařilo se dohledat žádný článek, který by se jí podrobně věnoval. V práci jí byla věnována samostatná kapitola, protože se jí podrobně věnuje Pfeiffer (1989) a v České republice je poměrně často používaným nástrojem.

SKUPINA	METODA	AUTOR	NEUROLOGICKÉ POZADÍ					POHYB	ROBO	VR	CÍLOVÁ SKUPINA		ÚČEL	TERMÍN	ZAMĚŘENÍ	VÝSLEDKY STUDIE		TYP	PRŮBĚH TERAPIE													
			INHIBICE	PŘELÉVÁNÍ SIL	MOTORICKÉ UČENÍ	NON-USE	CPG	ZRCADLOVÉ NEURONY	AKTIVACE POSTIŽENÉ HEMISFÉRY	STEJNOFÁZOVÉ SYMETRICKÝ	PROTIFÁZOVÉ SYMETRICKÝ	KOOPERAČNÍ	ODPOROVÝ	ROBOTICKÝ / MECHANICKÝ	VIRTUÁLNÍ REALITA	EMG	DĚTSÁ MOZKOVÁ OBRNA	CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA	PRIMING	TERAPIE	BIMANUÁLNÍ	BILATERÁLNÍ	PROXIMÁLNÍ ČÁST HK	DISTÁLNÍ ČÁST HK	POROVNÁNÍ	BT LÉPE	TYP STUDIE	FREKVENCE	DĚLKA 1 SEZENÍ	DĚLKA INTERVENCE		
KOOPERAČNÍ ÚKOLY	HABIT	Charles Gordon (2006)				• ne			•								•			•	•			•	•		•	X				
	HABIT	Friel et al. (2011)										•					•			•	•			•	•	nelze	nelze	X				
	HABIT	Friel et al. (2016)										•					•			•	•			•	•	nelze	nelze	X				
	HABIT	Ferre et al. (2015)										•					•			•	•			•	•	nelze	nelze	X				
	HABIT	Ferre et al. (2017)										•					•			•	•			•	•	nelze	nelze	meta				
	HABIT	Hung et al. (2011)				•						•					•			•	•			•	•	x CIMT	•	RCT	5x	6 h	3t	
	HABIT	Hung et al. (2017)				•						•					•			•	•			•	•	před a po	•	nRCT	5x	2 h	9 t	
	HABIT	Gelkop et al. (2014)										•					•			•	•					x CIMT	stejně	RCT	6x	2 h	8 t	
	HABIT	Meng et al. (2018)			•	•		•	•			•						•		•	•			•	•	x KT	•	RCT	5x	2 h	2 t	
	BIM	Sakzewski et al. (2012)				•						•					•			•	•			•	•	x CIMT	stejně	RCT	5x	6h	2 t	
	BIM	Sakzewski (2012)				•						•					•			•	•			•	•	x CIMT	•	RCT	5x	6h	3 t	
	BIM	Sakzewski et al. (2016)																								nelze	nelze	RCT				
	BIM	Sakzewski et al. (2014)																								nelze	nelze	meta				
	BIM	Sakzewski et al. (2015)				•						•					•			•	•			•	•	nelze	nelze	meta				
	BIM	Sakzewski et al. (2015)				•						•					•			•	•			•	•	x mCIMT,dozáš	nelze	RCT	nelze			
	COMBIT	Boyd et al. (2013)				•						•					•			•	•			•	•	x KT	nelze	RCT	4,5x	1 h	12 t	
	COMBIT	Geerding et al. (2015)				•						•					•				•	•			•	•	nelze	•	RCT			
	COMBIT	Aarts et al. (2010)				•						•					•				•	•			•	•	x UT	•	pilot	3x	3 h	8 t
	COMBIT	Cohen Holzer et al. (2011)				•						•					•				•	•			•	•	nelze	•	pilot	5x	hC 5 h	2 t
	COMBIT	Cohen Holzer et al. (2016)				•						•					•				•	•			•	•			pilot	5x	hC 5 h	2 t
COMBIT	Cohen Holzer et al. (2017)				•						•					•				•	•			•	•	x BIT	•	nRCT	5x	6 h	2 t	
TBT	Song (2015)								•	•	•												•	•	•		•	RCT	5x	0,5 h	12 t	
OSOvě SYMETRICKÉ ÚKOLY	OSA	Mudie a Matyas (2000)	•	•		•		•	•								•		•		•					•	•					
	OSA	Han a Kim (2016)	•					•	•								•			•	•			•		x UT	•	pilot	5x		6 t	
	OSA	Shim a Jung (2015)	•			•		•	•								•	•	•		•				x UT	•	RCT	5x	0,5 h	6 t		
	OSA	Stoykov et al. (2009)	•	•		•		•	•					•				•		•	•				x UT	•	RCT	3x	1 h	8 t		
	OSA	Morris et al. (2008)	•	•		•		•	•								•			•	•			•	•	x UT	ne	RCT	5x	1/3 h	6 t	
	OSA	Sethy (2016)	•	•				•	•									•		•	•			•	•	x CIMT, x KT	•	RCT	5x	1 h	6 t	
	MTLA	Pandian et al. (2015)	•			•		•	•	•	•											•				x UT	•	RCT	3x	1 h	8 t	

SKUPINA	METODA	AUTOR	NEUROLOGICKÉ POZADÍ				POHYB	ROBO	VR	CÍLOVÁ SKUPINA	ÚČEL	TERMÍN	ZAMĚŘENÍ	VÝSLEDKY STUDIE		TYP	PRŮBĚH TERAPIE															
			INHIBICE	PŘELÉVÁNÍ SIL	MOTORICKÉ UČENÍ	NON-USE	CPG	ZRCADLOVÉ NEURONY	AKTIVACE POSTIŽENÉ HEMISFÉRY	STEJNOFÁZOVÉ SYMETRICKÝ	PROTIFÁZOVÉ SYMETRICKÝ	KOOPERAČNÍ	ODPOROVÝ	ROBOTICKÝ / MECHANICKÝ	VIRTUÁLNÍ REALITA	EMG	DĚTSÁ MOZKOVÁ OBRNA	CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA	PRIMING	TERAPIE	BIMANUÁLNÍ	BILATERÁLNÍ	PROXIMÁLNÍ ČÁST HK	DISTÁLNÍ ČÁST HK	POROVNÁNÍ	BT LÉPE	TYP STUDIE	FREKVENCE	DĚLKA 1 SEZENÍ	DĚLKA INTERVENCE		
ZRCADLOVÁ TERAPIE	MIRROR	Mei-Toh et al. (2012)						•	•													•			nelze	nelze	rešerše					
	MIRROR	Deconick (2014)	?		?			•	•	•												•			nelze	nelze	rešerše					
	MIRROR	Stevens a Stoykov (2004)	•		?			•	•	•										?	•		•			nelze	nelze	rešerše				
	MIRROR	Costa a Silveira (2016)						•		•								•					•					case				
	MIRROR	Gygax et al. (2011)						•		•								•					•			nelze		rešerše				
	MIRROR	Samuelkamalesh - kumar et al. (2014)							?		•								•						KT a MT x KT	•	RCT	5x	6 h	3 t		
	MIRROR	Rodrigues et al. (2016)		ne				•		•								•					•	•	x neMT	stejně	RCT	3x	1 h	4 t		
MIRROR	Lee et al. (2014)						•		•	•					•									•	asym VR x sym	nelze	RCT	5x	0,5h	4 t		
PŘÍSTROJOVĚ ŘÍZENÝ BILATERÁLNÍ TRÉNINK	ODPOR	Cauraugh a Kim (2002)	•	•	?			•	•				•	?		•		•		•		•		•	x UT, x kontroly	•	RCT	3X	1 h	2 t		
	ODPOR	Cauraugh et al. (2009)	•	•			?		•	•			•	•			•		•		•		•				?	RCT	2x	1,5 h	2 t	
	ODPOR	Cauraug (2009)								•			•															RCT				
	ODPOR	Kang a Cauragh (2014)	•	?					•	•			•				•				•	•	•	•				RCT				
	ODPOR	Kang (2014)								•															nelze	•	pilot					
	BAT	Raghavan et al. (2017)							•				•										•	•	•	nelze	•	pilot				
	MmW	Weisz a Raghavan (2017)						•		•			•	•				•				•	•	•	nelze		pilot					
	BFIAMT	Chang et al. (2007)																•	?				•			nelze	•	pilot				
	BI-MA-TRACK	Hesse et al. (2005)							•				•	•				•				•	•	•	x FES	•	RCT	5x	1/3 h	6 t		
	BI-MA-TRACK	Hesse et al. (2012)							•				•	•				•				•	•	•	tolerance	•	pilot					
	BI-MA-TRACK	Liao et al. (2012)							•				•	•								•	•	•	x NDT	•	RCT	5x	1,5 h	4 t		
	ARM STUDIO	Buchsworth et al. (2010)																		•					tolerance	•	pilot			0,63 h		
	APBT	Stinear a Stoykov (2010))	•						•				•	•							•		•	•		nelze	•	pilot				
	APBT	Sheng et al. (2016)	•						•				•	•						•			•	•		nelze	•	rešerše				
	APBT	Stinear et al. (2013)	?						•				•	•						•			•	•	primed x FES	•	RCT	5x	0,25 h	4 t		
	MIME	Lum (2006)		?	•			•	•				•	•				•				•	•	•	x NDT, módy	•	RCT	3x	1 h	8 t		
	MIME	Lum (2002)		?	•			•	•				•	•				•				•	•	•	x NDT	•	RCT	3x	1 h	8 t		
	MIME	Burgar et al. (2011)		?	•			•					•	•				•				•	•	•	intenzita	nelze	RCT					
	ARCMIME	Mahoney (2003)											•										•	•	x MIME	nelze	pilot	3x	1 h	8 t		
	HandleBar	Trlep et al. (2012)							•	?			•	•	•							•			?			pilot				

SKUPINA	METODA	AUTOR	NEUROLOGICKÉ POZADÍ				POHYB	ROBO	VR	CÍLOVÁ SKUPINA		ÚČEL	TERMÍN	ZAMĚŘENÍ	VÝSLEDKY STUDIE		TYP	PRŮBĚH TERAPIE																	
			INHIBICE	PŘELÉVÁNÍ SIL	MOTORICKÉ UČENÍ	NON-USE	CPG	ZRCADLOVÉ NEURONY	AKTIVACE POSTIŽENÉ	HEMISFÉRY	STEJNOFÁZOVĚ SYMETRICKÝ	PROTIFÁZOVĚ SYMETRICKÝ	KOOPERAČNÍ	ODPOROVÝ	ROBOTICKÝ / MECHANICKÝ		VIRTUÁLNÍ RALITA	EMG	DĚTSÁ MOZKOVÁ OBRNA	CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA			BIMANUÁLNÍ	BILATERÁLNÍ	PROXIMÁLNÍ ČÁST HK	DISTÁLNÍ ČÁST HK		POROVNÁNÍ		BT LÉPE	TYP STUDIE	FREKVENCE	DĚLKA 1 SEZENÍ	DĚLKA INTERVENCE	
PŘÍSTROJOVĚ ŘÍZENÝ BILATERÁLNÍ TRÉNINK	BUILT	Sampson et al. (2010)																														case			
	BUILT	Sheng et al. (2016)																										nelze	nelze	rešerše					
	BVT	Neva et al. (2014a)	•							•		?											?	?	•			•	nelze	nelze	neuro				
	BVT	Neva et al. (2014b)	•							•		?													•		•	nelze	nelze	neuro					
	EXOSKELETON	Leonardin et al. (2015)									•																•	nelze	nelze	pilot					
	EXOSKELETON	Byl et al. (2013)							?		•										•					•	•	x KT	rovno	RCT	3x	1 h	6 t		
	EXOSKELETON	Boos et al. (2011)								•		•															•	nelze	?	pilot					
	EXOSKELETON	Rahman a Jumaily (2012)									•																•	nelze	?	pilot					
	BATRAC	Luft et al. (2004)	•		•						•	•										•						nelze	?	RCT					
	BATRAC	Whitall et al. (2000)	•	•	•		?				•	•										•								•	pilot	3x	1/3 h	8 t	
	BATRAC	Latimer et al. (2010)	•	•	•					•	•	•										•							nelze	nelze	rešerše				
	BATRAC	Senesac et al. (2006)	?				•				•	•												•		•			nelze	nelze	rešerše				
	BATRAC	Senesac et al. (2010)	?								•	•													•	•			nelze	•	pilot	4x	2,25 h	2 t	
	BATRAC	Gillen (2016)	?	?	?		?		?	?	?	?										?	?	?	?	•	?	?		nelze	nelze	kniha			
	BATRAC	McCombe et al. (2004)	•								•	•													•	•			nelze	•	pilot	3x	1/3 h	6 t	
	BATRAC	McCombe et al. (2005)	•		•					•	•	•										•			•	•					nelze	?			6 t
	BATRAC	McCombe et al. (2014)	•	•	•					•	•	•										•	•			•	•		combo x saebo	combo	RCT	3x	1 h	12 t	
	BATRAC	McCombe et al. (2008)	•								•	•												•		•	•				neuro	X			
	BATRAC	McCombe (2008b)	?								•	•												•		•	•				neuro	X			
	H-O-H	Lum et al (1993)									•	•																		nelze	•	pilot			

Tabulka 2: Přehledová tabulka dohledaných metod

5 DISKUZE

Ústředním tématem diplomové práce mělo být objasnění vlivu bilaterálního tréninku u pacientů s hemiparézou. Při vytváření předběžné rešerše se ukázalo, že terminologie užívaná v kontextu zapojování obou horních končetin do aktivit není vůbec jednotná. Z toho důvodu byl počáteční záměr práce rozšířen. Cílem práce se tak stalo nejen objasnění efektivity a neurofyzilogického pozadí, ale i vytvoření přehledu problematiky a terminologie využívané v kontextu bilaterálního tréninku.

Vzhledem k tomu, že cílem práce je zmapovat problematiku bilaterálního tréninku, jedná se o typ mapovací přehledové studie, která si klade za cíl integrovat dosavadní poznatky (Mareš, 2013). Pro vyhledávání relevantních informací je zapotřebí zvolit databáze, které budou prohledány za pomoci zadání klíčových slov.

Online databáze slouží jako elektronické úložiště dat. Vzhledem k tomu, že cílem práce bylo vytvořit přehled problematiky, bylo zapotřebí zvolit takové databáze, které umožňují přístup k relevantním článkům týkajících se rehabilitace. Zároveň bylo klíčové, aby databáze byly přístupné ze sítě Univerzity Karlovy. Z toho důvodu byly vyřazeny farmakologicky zaměřené databáze (ToxNet a MicroMedex). Ze zbylých výsledků pak byly vybrány databáze ScienceDirect, PubMed Central a OVID Evidence Based Reviews. OVID byl zařazen z toho důvodu, že pod sebou zahrnuje i Cochrane Database, která bývá považována za nejlepší zdroj systematických rešerší (např. University of Cambridge, 2018). Scopus a ScienceDirect mají stejného producenta, avšak Scopus je pouze citační databáze, z toho důvodu byl vybrán ScienceDirect, který zpřístupňuje texty (1. LF UK, 2018; University of Wisconsin-Madison, 2018). PubMed/Medline byl zvolen z toho důvodu, že odkazuje i na články z dalších vědeckých časopisů a e-knih. (1. LF UK, 2018) a je velmi doporučovanou databází, která se soustředí pouze na články související s medicínou (University of Wisconsin-Madison, 2018). Skutečnost, že PubMed odkazuje i na některé články z OVID způsobila, že bylo nalezeno velké množství duplicit jednak v rámci jednotlivých databází, ale také mezi databázemi navzájem.

Pro teoretickou práci je zapotřebí stanovit si klíčová slova, která slouží k vyhledání odpovídajících studií. Naneštěstí termíny bilaterální a bimanuální nebývají v literatuře

využívány jednotně. Například Cano-de-La Cuerda et al. (2015) používá termín bimanuální a bilaterální jako synonyma, naproti tomu Stoykov a Corcos (2009) nebo například Choo et al. (2015) vidí mezi termíny zásadní rozdíl. V kontextu specifikace intervenční jednotky se dále využívají termíny jako terapie, trénink, metoda, koncept, protokol, činnost a ani tyto termíny nebývají využívány jednotně. Na tuto skutečnost upozorňují i ergoterapeutické organizace, které se snaží o sjednocení terminologie. Zmiňme například rámec Americké asociace ergoterapeutů, v rámci něhož se americká asociace snaží vytvořit podklad, který by umožnil unifikovat terminologii využívanou ergoterapeuty (AOTA, 2014). ENOTHE (Evropská síť ergoterapie vy vyšším vzdělávání) v roce 2008 prezentovala přehled základních definic. Česká asociace ergoterapeutů n tuto iniciativu navázala vytvořením terminologické skupiny, jež zpracoval český překlad anglických pojmů. (ČAE, 2008). Vzhledem k tomu, že dílčím cílem předkládané práce je vytvořit přehled problematiky a nabídnout klasifikaci pojmů, bylo zapotřebí zvolit vhodné, relevantní termíny. Nejprve byly prostudovány významy jednotlivých slov. Je však poněkud složité uchopit jejich význam, neboť některé termíny jsou odlišně využívány v české a v zahraniční literatuře. Dalším problémem je skutečnost, že ač existují výkladové a terminologické slovníky, jen velmi málo z nich obsahuje definici základních slov jako je například terapie či metoda. Jednotlivá slova byla objasněna z etymologického hlediska. Výsledně pak byla zvolena kombinace klíčových slov bimanual, bilateral, method, training, therapy (bimanuální, bilaterální, metoda, trénink a terapie).

Vlastní volba klíčových slov mohla mít také dopad na množství nalezených relevantních výsledků. Vzhledem k tomu, že z 1021 nalezených výsledků bylo relevantních pouze 132 článků, byla zvolena i metoda sněhové koule, kterou popisuje Hendl (2005). Překvapivě množství citovaných studií nebylo možné nalézt přes databáze UK a nebo k nim databáze UK neposkytovaly přístup. Studie nedostupné ze sítě UK, jejichž abstrakt se zdál být relevantní, byly vyhledány na volném internetu a případně zahrnuty.

Hledání článků bylo poprvé provedeno v listopadu 2017 a znovu pak v březnu 2018. Zajímavé je, že první hledání provedené v listopadu 2017, umožnilo přístup k více textům. To je pravděpodobně dáno tím, že v určitém období bylo ještě možné zobrazovat články nalezené přes databázi ProQuest, jejíž licence však nebyla pro rok 2018 prodloužena.

Pro jakýkoli výzkum musí být stanovena kritéria výběru. V kontextu názvu práce nastávají potíže s vlastním termínem hemiparéza. Je zjevné, že se jedná o motorický deficit projevující se zhoršenou funkcí jedné poloviny těla. Pojem hemiparéza se tak může

vyskytovat ve spojitosti s poškozením mozku (například Hummelsheim a Mauritz, 1993 či Sládková, 2013), diagnózou poliomyelitidy (např. Švestková et al., 2017), dětskou mozkovou obrnou (např. Deppe et al., 2011.), ale i s postižením míchy (zde bývá hemiparéza následkem zúžení míšního kanálu anebo jako projev takzvaného Brown-Sequárdova syndromu – např. Koksál a Yavasi, 2017). Z toho důvodu byl přidán termín centrální, aby byla vyloučena onemocnění, která nevznikají na podkladě poškození centrální nervové soustavy. Švestková et al. (2017) pojem centrální hemiparéza definuje jako parézu vzniklou na základě poruchy mozku či míchy. Lippertová – Grünerová (2005) pak píše, že pojem centrální paréza označuje neschopnost svalstva k cílené a koordinované aktivitě následkem poškození kortikospinálních drah. Vzhledem k tomu, že etiopatogeneze vzniku hemiparézy je u míšních lézí a poškození mozku odlišná, nebylo možné se v práci věnovat oběma tématům. Pro zúžení rozsahu práce, byly proto vybírány pouze ty studie, jež se zaměřovaly na hemiparézu vzniklou na podkladě poškození mozkové tkáně.

Tato teoretická práce si klade za cíl nejen zhodnotit efektivitu jednotlivých metod, ale vytvořit terminologicky a etymologicky přehled. Z tohoto důvodu nebyly zařazeny pouze randomizované studie, ale zapracovány byly všechny typy studií. Zmíníme, že z 84 článků nalezených k jednotlivým metodám, bylo pouze 33 randomizovaných a efektivita randomizací je přitom u některých studií sporná. Na problematiku nevhodného provádění randomizovaných studií upozorňuje i Sakzewski et al. (2016). Ač byl sám průkopníkem jedné z citovaných metod, zaměřil se i na evaluaci studií jiných autorů, kteří hodnotili efektivitu terapií u dětí s DMO. Došel k názoru, že ze 45 studií, které byly popsány jako randomizované, neodpovídala žádná z nich adekvátně na položky v 12bodovém dotazníku provádění terapie (Template for Intervention Description and Replication – TIDieR česky přeložitelné jako Šablona pro popis a replikaci intervence). Zvláště nedostatečný byl dle autora popis „tradiční/obvyklé terapie“, kde uvádí, že průměrně 11 z 12 položek dotazníku nebylo zodpovězeno zcela.

V rámci této diplomové práce byly vyřazeny i studie, které pracovaly s animálními modely a to přesto, že i úspěšné rehabilitační metody bývají nejprve testovány právě na zvířatech (Knapp et al., 1963; Taub et al., 1999). Důvodem vyřazení těchto studií, byla skutečnost, že jejich interpretace je příliš složitá a implementace výsledků do rehabilitace není vždy přímočará.

Studie byly nejprve vyřazeny na základě prostého názvu (v rámci hledání byly vyloučeny studie, které se týkaly oftalmologie či gynekologie). U zbylých studií byla zkontrolována vstupní kritéria a v případě jejich splnění byl prostudován abstrakt. Vylučování studií na základě abstraktu mohlo přitom způsobit vyřazení vhodné studie, která se na základě abstraktu nezdála být relevantní. Vyhledány byly pouze výsledky v anglickém či českém jazyce, přičemž tři články byly původně publikovány v jiném jazyce, ale autor poskytl vlastní překlad. Zároveň bylo omezeno vyhledávání na články publikované od roku 1975 do roku 2018. V případě, že se však jednalo o průlomovou práci, (např. Bernstein, 1967) byla citována i ta.

Dalším důvodem vyřazení byla i nespecifikace rehabilitační jednotky spojené s bimanuálním či bilaterálním tréninkem. Příkladem takto vyřazené studie je článek od Zafer et al. (2016). Autorský kolektiv popisuje, že porovnával BMT (bimanuální trénink) s CIMT. Z článku se zdá, že při bimanuálním tréninku se jednalo o komplexně prováděné úkoly, ale v článku není popsáno, jak intervence probíhala.

Výzkumnou otázkou práce bylo popsat, na jakých neurofyzilogických principech bilaterální trénink stojí. Navzdory tomu, že existuje mnoho různých metod, které do bilaterálního tréninku spadají, podařilo se nalézt několik základních principů, na nichž autoři staví svou teorii. Popisují, že mezi končetinami existuje vazba. Současný pohyb obou horních končetin skrze kalózní těleso vyvažuje interhemisférickou inhibici a díky tomuto jevu může dojít k aktivaci postižené hemisféry (Stinear, 2008) a náboru alternativních a ipsilaterálních nervových drah. Bilaterální trénink také zlepšuje motorickou kontrolu postižené končetiny (McDermott a Korner-Bitensky, 2012; Pollock et al. (2014); Arya a Pandian (2014). Přesný neurofyzilogický mechanismus však zůstává otevřenou otázkou. Citované studie se však opírají zejména o články, které pojednávají o osově symetrickém bilaterálním tréninku a předmětem jejich zájmu nebyly kooperační bimanuální úkoly, které však pod bilaterální trénink také spadají. Je možné, že kooperační úkoly jsou založeny i na jiném neurofyzilogickém principu.

Na základě zadání klíčových slov se podařilo dohledat množství metod, při nichž se uplatňuje současná aktivace obou horních končetin a spadají tak do bilaterálního tréninku. Konkrétně byly identifikovány tyto metody:

HABIT (Hand Arm Bimanual Intensive Training – Bimanuální intenzivní trénink horních končetin (Charles a Gordon, 2006; Friel et al. (2011, 2016); Ferre et al. (2015, 2017),

Hung et al. (2011 a 2017), Gelkop (2014), Meng (2018). Jedná se o trénink, který stojí na velmi intenzivním procvičování obou horních končetin v kooperačních úkolech u dětí s dětskou mozkovou obrnou.

Vypůjčenou strategii HABIT pod zkratkou BIT či BIM (*Bimanuální intenzivní trénink – Bimanual Intensive Training*) využívají Sakzewski et al., (2011, 2012, 2014, 2014, 2015, 2015). Na podobném principu jako HABIT stojí i *Bimanuální ergoterapie (Bimanual Occupational Therapy – BOT)*, kterou popsal Hoare et al. (2010) a na úkol orientovaný *bimanuální trénink (TBT)* Další metodou je COMBIT (*COMbined modified constraint induced movement therapy and Bimanual Intensive Training – Kombinovaná modifikovaná terapie vynuceného používání a bimanuální intenzivní trénink*), přičemž tímto názvem ji popisuje Boyd et al. (2013). Jiný název, ale stejný princip pak využívají Geerdinget al. (2015), Aarts et al. (2010) a Cohen Holzer (2017).

Bimanuální trénink založený na neurovývojových přístupech popsala Davies (1985), Bobath (1990), Van der Lee et al. (1999), zmiňují se o něm i McDermott a Korner Bitensky (2012) a v České republice tento typ tréninku popisoval Pfeiffer (1989).

Mirror Therapy i s použitím virtuální reality byla zmiňována ve člancích od Mei Toh et al. (2012); Deconick et al. (2014); Stevens a Stoykov (2004); Costa a Silveira. (2016); Gygax et al. (2011) SamuelsKamaleshkumar et al. (2014), Rodrigues et al. (2016) a Lee et al. (2014).

Bilaterální izokinetický trénink pak popsal Mudie a Matyas (2000) a na ně navázali Han a Kim (2016), Shim a Jung (2015), Stoykov et al. (2009), Morris et al. (2008) a Sethy et al. (2016).

Kombinaci více metod popisuje Song et al. (2015) jako *Úkolově orientovaný trénink (Task Oriented Bimanual Training)* a Pandian et al. (2015) jako *pohybový trénink zahrnující méně postiženou horní končetinu (Motor Training Included Less Affected Arm)*.

Další velkou skupinou jsou robotické a mechanické přístroje, přičemž nejvíce byl popisován BATRAC (*Bilateral Arm Trainer with Rhythmic Auditory Cueing – Bilaterální trenážér horních končetin s rytmickou zvukovou podporou*). Tomuto přístroji se věnují autoři Luft et al. (2004); Whittall et al. (2000); Senesac et al. (2006, 2010); Gillen (2006), McCombe et al (2004, 2005, 2014), z neurologického pohledu pak i McCombe et al. (2008a, 2008b).

Na podobném principu jako BATRAC stojící *BFIAMT (Bilateral Forced Induced Isokinetic Arm Movement Trainer - Trenažér indukující bilaterální izokinetický pohyb horních končetin)* popisuje Chang et al (2007). Bimanuální trenažér horních končetin a jeho dokonalejšího následovníka *Mirrored Motion Bimanual Arm Trainer (zrcadlový bilaterální trenažér pohybu horních končetin)* popsala Raghavan et al. (2015). Identifikován byl i předchůdce pokročilých přístrojů H-O-H (Lum et al., 2003); na který navázal přístroj MIME (Lum et al., 2002; 2006), Burgar 2011, později i ARCMIME (Mahoney, 2003). Přístroj Bi-Manu-Track popsal Hesse et al. (2005, 2012) a Liao et al. (2012) později i v kombinaci s dalšími přístroji (Buchsworth et al. 2010). Odporový bilaterální přístrojový trénink popsal Cauraugh a Kim (2002); Cauraugh et al. (2009); Cauraugh (2009); Kang a Cauraugh (2014); Kang (2014). Stinear (2008) a Stinear a Stoykov (2010) pak popsali přístroj, jehož cílem nebyl vlastní trénink, ale priming před unimanuálním tréninkem. Nalezen byl i článek objasňující pozadí přístrojového oboustranného tréninku od Trlepa et al. (2012). BUiLT (Bilateral Upper-Limb Trainer) tedy bilaterální trenažér horních končetin využívající vizualizaci na 2D obrazovce popsal Sampson et al. (2010) a Sheng et al. (2016). Neva et al. (2014a, 2014b) pak podobně jako BUiLT využívá počítačového zobrazení. Množství článků bylo nalezeno k exoskeletonům například Leonardin et al. (2015); Byl et al. (2013); Boos et al. (2011) a Rahnam a Jumaily, (2012).

Jak je patrné, články bylo třeba vzhledem k počtu a různorodost utřídit. Mechanismus rozdělení byl v této práci založen na neurofyzilogickém principu konkrétních metod a také na vlastním provádění pohybů. Na podobném principu rozdělili ve svém experimentu metody Stoykov a Corcos (2009). První velkou skupinu identifikovanou v rámci této práce tvoří bimanuální kooperační úkoly, další pak bimanuální trénink založený na neurovývojových přístupech, třetí velkou skupinou je zrcadlová terapie, čtvrtou bilaterální osově symetrický trénink a pátou skupinu pak tvoří robotické a mechanické přístroje. Existují však i další rešerše od jiných autorů, kteří dospěli k odlišnému dělení.

Wolf et al. (2014) například použila pouze 3 skupiny: 1) trénink funkčních úkolů, 2) BATRAC a 3) roboticky asistovanou terapii. První skupina odpovídá i skupině stanovené v této práci do názvem komplexní / kooperační úkoly prováděné oběma horními končetinami, kam patří nácvik funkčních úkolů a komplexních činností. V rámci rešerše této práce se podařilo dohledat i BATRAC, tedy přístrojově řízený bilaterální trénink s rytmičnou zvukovou podporou. Mnoho dalších přístrojů však pracuje na podobném principu. Zmíníme například BAT (*Bilaterální trenažér pohybu*) BFIAMT (*Bilaterálně nuceně indukovaný*

izokinetický trenážér pohybu horní končetiny) HOH (*Ruka-Předmět-Ruka*) či Bi-Manu-Track (Hesse et al., 2005 a 2012) I v rámci této diplomové práce byla roboticky asistovaná terapie původně vyčleněna jako samostatná skupina.

Zajímavé je, že Wolf et al. (2014) nezmiňuje skupinu BIT ani skupinu bilaterálního tréninku založeného na zrcadlové terapii, které jako samostatné vyčlenili Stoykov a Corcos (2009). Možným vysvětlením je skutečnost, že Wolf et al. (2014) pro vyhledání studií využila jako klíčové slovo pouze termín *Bimanual* a v celé práci toto slovo používá preferenčně. Stoykov a Corcos (2009) sice nepopisují, jaká klíčová slova pro vyhledávání využili, ale ve článku používají přednostně termín *bilaterální*. Navíc uvádí, že se ve svém článku opírali o práci, kterou dříve publikoval Stewart et al. (2006), jenž vyhledával kombinaci klíčových slov bilaterální a bimanuální. Ostatně Wolf et al. (2014) je jedinou autorkou, která termín bimanuální vidí jako nadřazený. Z rešerše provedené v rámci této diplomové práce vyplývá, že v kontextu zrcadlové terapie a osově symetrického pohybu, kdy obě končetiny provádí stejný úkol, avšak nekooperují, se častěji využívá pojem bilaterální. Je tedy možné, že absence tohoto klíčového slova ve výzkumu provedeném Wolf et al. (2014) je důvodem, proč autorský kolektiv nezařadil dvě poměrně velké skupiny. Za povšimnutí stojí také skutečnost, že například Choo et al. (2015) vůbec nepochybuje o významu termínů bilaterální a bimanuální. Autorský kolektiv konkrétně uvádí, že termín bimanuální nesmí být s termínem bilaterální zaměňován, protože zatímco spojení bimanuální trénink popisuje trénink, při němž obě končetiny kooperují, termín bilaterální trénink znamená aktivitu, při níž se obě končetiny hýbou simultánně, leč nezávisle.

Jiné dělení přinesl McCombe Waller (2008), který rozdělil typy tréninku do 3 skupin. První skupinou bylo opakované procvičování reachingu s fixovanými končetinami (BATRAC a MIME (Lum et al. 2006)), druhou skupinou bylo izolované repetitivní procvičování svalů kam zařadil přístroj Bi-Manu-Track (Hesse, 2005), přístroj Rocker, který byl používán pro bilaterální priming Stinear et al. (2008), přístrojový odporový trénink (Cauraugh et al., 2005) a třetí skupinou pak byl trénink celých horních končetin při funkčních úkolech (tedy osově symetrický bilaterální trénink, při němž končetiny provádí simultánně stejný úkol, ale nekooperují (např. Mudie a Matyas, 2000 a 2001)). Na tomto dělení je zajímavé to, že vůbec nezohledňuje neurofyzilogické pozadí tréninku a soustředí se čistě na to, jakým způsobem je prováděna terapeutická jednotka. Zajímavé také je, že McCombe Waller (2008) se vyhnul využívání termínů bimanuální a bilaterální a nazval jednotlivé skupiny bez využití těchto slov.

V souladu se zmíněnými skutečnostmi byl v této diplomové práci termín bimanuální využíván pro ty metody, kde končetiny kooperují a termín bilaterální pak pro osově symetrické úkoly. Problém nastává se skupinou Bobath konceptu, v rámci níž se jedná o osově symetrický pohyb, avšak zde někteří autoři využívají termín bimanuální (Davies, 1985; Van der Lee, 1999) a někteří ho vidí jak typ bilaterálního tréninku. (McDermot a Korner Bitenski, 2012). Navíc i u některých z robotických přístrojů byl výjimečně využit pojem bimanuální (zmiňme například Bimanual HandleBar). V práci tak byla pro překlady zachována původní terminologie, avšak jednotlivé metody byly zařazeny do příslušných skupin.

Otázkou však je, jestli rozdělení provedené této práci je jediné možné. Pro usnadnění orientace ve velkém množství identifikovaných metod se zdánlivě nabízí možnost klasifikovat je do několika pevně daných kategorií. Tento přístup však s sebou nese mnoho nejednoznačností. Například by bylo metody možné rozdělit podle vykonávaného pohybu na skupinu bimanuálního kooperačního tréninku na skupinu bilaterálního tréninku, který využívá osovou symetrii, a končetiny nespolupracují. Podskupinami osově symetrického bilaterálního tréninku by pak byla Mirror Therapy, Odporový trénink, veškerá robotická a mechanická terapie, která využívá obou horních končetin (například tedy BATRAC či MIME) a skupina bilaterálního osově symetrického tréninku. Avšak při tomto dělení by byly sloučeny metody, které pracují na odlišném neurofyzilogickém principu. Uveďme například, že systém BATRAC bývá některými autory vyčleňován jako zcela zvláštní skupina (např. Wolf et al., 2014 a Cauraugh et al., 2010). Je možné, že je to tím, že zdůvodnění jeho efektivity se mimo interhemisferickou inhibici odvolává také na centrální generátory pohybu a to kvůli rytmicitě, kterou využívá (McCombe Waller a Whittall, 2008; Senesac et al. 2006). Úspěch Mirror Therapy je pak dle dohledaných studií pravděpodobně dán zvýšením povědomí o postižené horní končetině. Jiným způsobem funguje izokinetický trénink dle Mudie a Matyase (2000), který je dle autorů založen na modulaci interhemisferické inhibice. Není tak vhodné tyto metody slučovat pod jednu kategorii, neboť každá z nich dominantně aktivuje jiné nervová centra.

Samostatné dělení by pak vyžadoval přístrojově řízený trénink, v rámci něhož bylo identifikováno množství různých přístrojů. Ty se liší tím, zda pracují rytmicky (stejnofázově či v opačných fázích), zda se využívá zvuková či vizuální podpora či dokonce herní prostředí. Odlišují se i v tom, zda mají pasivní či aktivní módy a umožňují tak asistenci paretické končetině. Přístroje jsou rozdílné také v tom, jaké pohyby přístroje umožňují a na jakou část

horní končetiny se zaměřují (zda na proximální anebo na distální). Konečně se také různí v neurofyziologickém principu, na kterém pracují. Zmíňme například BATRAC, který díky rytmicitě a zvukovým výstupům dle Senesaca et al. (2006) oslovuje i centrální generátory pohybu nebo odporový trénink dle Cauraugh et al. (2009), který pracuje na principu přelévání sil či MIME a ARCMIME (Lum et al., 1993, Mahoney et al., 2003), které jsou založeny zejména na vizualizaci a zrcadlení. U některých přístrojů se ovšem kombinuje více principů. Vzhledem k tomu, že se však jedná o velké množství různých důležitých kritérií, nebylo možné přístroje specifikovat pouze podle jediné vlastnosti.

Možným řešením hierarchizace a specifikace takto rozmanitých výsledků je nepokoušet se je klasifikovat pomocí rozhodovacího stromu a schématu, avšak nabídnout přehledovou tabulku, kde budou ohodnocena jednotlivá kritéria. Následně je možné sloučit nejvíce podobné metody k sobě. Tento typ uspořádání je pravděpodobně nejpřesnější, neboť při něm mohou být zachovány i rozdílné charakteristiky každé z dohledaných metod (tj neurofyziologický princip, typ pohybu, místo působení apod.).

Navržené dělení (viz Tabulka 2) se tak zaměřuje především na mechanismus působení tréninku. Přístrojově řízený trénink byl zařazen do samostatné skupiny i z čistě praktického hlediska, neboť provádění (a zakoupení) přístrojového tréninku je podstatně finančně náročnější. Je však třeba zmínit, že existují metody, které stojí na pomezí některých kategorií. Z toho důvodu je zapotřebí provést další detailní analýzu prací a stanovit klíčová a vyřazovací kritéria.

Otázkou také je, zda vyčleňovat samostatnou skupinu bimanuálního tréninku založeného na neurovývojových přístupech. Techniky zařazené v této skupině pracují se symetrickými pohyby sepjatých horních končetin. Není tedy jasné, zda tuto skupinu zařazovat pod bilaterální trénink anebo zda ji nevnímat jako součást konvenční terapie. Nakonec byl tento typ tréninku v práci zařazen jako samostatná skupina, neboť v České republice termín *bimanuální cvičení / trénink* velmi často odvolává právě na tento druh pohybu. Stoykov a Corcos (2009) vnímají tento trénink jako velmi často používaný přístup, který však není jasně definován a i to je důvodem, proč mu byla věnována samostatná skupina.

Nadpoloviční většina studií dohledaných k jednotlivým metodám, byla případová či pilotní (konkrétně 48 studií). Je však otázkou, do jaké míry lze výsledky takovýchto studií zobecnit. Za zmínku stojí například skutečnost, že studie věnující se některým metodám jako například HABIT či BATRAC pochází od stejného autorského kolektivu. Například Latimer

et al. (2010) Zařadil do své rešerše 5 studií od Whitell a McCombe Waller, které prokazovaly efektivitu BATRAC a přístroje Tailwind. Z provedené rešerše vyplynulo, že z 5 zařazených studií byla pouze jedna metodologicky správná a shodou okolností se jednalo o jedinou studii, která nepřinesla průkazné výsledky pro funkční zlepšení při BATRAC. Mohlo tak dojít k jevu zvanému *bias (zaujatost či předpojatost)*, který pro kvalitativní výzkum popisuje Disman (2000). Jde přitom o jakoukoli tendenci, která zabraňuje bezprecedentnímu zvážení otázky. Ve výzkumu se objevuje, jestliže výzkumník chce potvrdit odpověď na nějakou otázku či dojít ke konkrétním výsledkům a uzpůsobí tomu výběr vzorku a testování. Může k němu dojít v jakékoli fázi výzkumu, tedy i při sběru či analýze dat či jejich publikování. (Pannucci a Wilkins, 2010). V případě Whitall a Wallera zůstává tedy otázkou, zda se jednalo o výzkumnou chybu a stalo se náhodou, nebo zda autoři, kteří BATRAC vynalezli, chtěli, aby byl jejich komerčně dostupný produkt žádán a rozšířen.

Podobně jako u BATRAC, tak i u HABIT téměř všechny provedené studie pocházely ze stejného autorského kolektivu, respektive kolektivu pracujícího na stejné univerzitě. Tato skutečnost však mohla být způsobena tím, že HABIT není všeobecně rozšířen a ani se nepodařilo dohledat kurzy, v rámci nichž by se terapeuté mohli v HABIT zaučit. Je tedy logické, že studie vypracovával kolektiv spjatý s Gordonem a Charlesem, kteří jsou autory metody. I zde nebylo několik počátečních studií ověřeno, ale v posledních pěti letech vytváří autoři randomizované studie, které poukazují na signifikantní efektivitu HABIT.

Zajímavé také je, že veškeré články spjaté s HABIT se soustředí na hodnocení jeho dopadu na funkční výkon. Jediný dohledaný článek, který částečně popisuje neurofyziologické pozadí HABIT přitom pochází od zakladatelů metody (Charles a Gordon, 2006). Možných vysvětlení je několik. Charles a Gordon (2006) představili HABIT jako metodu, která reaguje na nedostatky CIMT při implementaci u dětské populace. Ve svém článku hovoří o tom, že za jeho úspěchem stojí plasticita mozku, což je však klíčovým faktorem úspěchu všech zmíněných metod, které se využívají v neurorehabilitaci (např. Lippertová-Grunerová, 2005). Dále popisují, že jeho cílem je zamezit vrozenému nepoužívání za pomoci velmi intenzivního opakování, podpory, motivace a zaměřenosti na funkční cíle. Další autoři pak mohli převzít vysvětlení Gordona a Charlese a vzhledem k úspěchům prvotních studií se mohli soustředit na hodnocení využitelnosti HABIT u dětské populace jiného věku a nezaměřovat se na neurologické pozadí metody.

Jiným možným vysvětlením nedostatečného podložení neurofyziologického pozadí je právě dětský věk pacientů, u kterých se HABIT využívá. Většina článků se týkala dětí mladších 10 let. Je možné, že se tak děje kvůli tomu, že provádění invazivního testování a zobrazovacích metod u dětí je eticky velmi složité. Navíc vlastní termín dětská mozková obrna nemá úplně jasné vymezení a bylo by problematické navrhnout experiment. Podařilo se dohledat jednu studii, která se zabývala použitím HABIT u dospělé populace, jejímž výstupem bylo hodnocení funkce. Vzhledem k tomu, že ale tato studie byla provedena teprve před dvěma lety, je možné, že autoři budou s objasňováním neurofyziologického principu pokračovat.

HABIT je také jednou z mála uvedených metod, jejíž výsledky vychází srovnatelně s CIMT (Sakzewski et al. 2011; 2012; 2015). Shrnutí porovnání mezi CIMT a HABIT provedl Andersen et al. (2013). Ten popisuje, že obě dvě metody mají úspěch díky velmi intenzivnímu procvičování. Obě metody pracují s vnitřní motivací a podporují aktivity, které jsou pro člověka správnou výzvou. Zároveň jsou obě metody postaveny na budování vlastního sebevědomí cestou zisku nových dovedností. Je také třeba zmínit, že obě metody pracují s funkčními cíli.

Přestože HABIT je metodou, která byla primárně vyvíjena pro děti s dětskou mozkovou obrnou, existuje i článek od Menga et al. (2018), který poukazuje na jeho využitelnost i u pacientů v akutní fázi po cévní mozkové příhodě. Navzdory tomu, že v názorech na HABIT neexistuje jednota, většina autorů se shoduje na skutečnosti, že HABIT může mít dobrý efekt na bimanuální kooperaci a CIMT pak na zlepšení jednostranného výkonu. Na druhé straně ale existují autoři, kteří s tímto tvrzením nesouhlasí. Například Hayashi a Nozaki (2016), kteří prováděli experiment u osob bez jakéhokoli funkčního poškození tvrdí, že zatímco bimanuální trénink nemá transfer do unimanuálního zlepšení, opačným směrem přenos existuje. To znamená, že unilaterální trénink je výhodnější pro zlepšení funkčních schopností. Většina autorů, která se ale bimanuálnímu tréninku věnuje, není tak nekompromisní a doporučují začlenění obou typů tréninku. (Aarts et al. (2010), Geerding et al. (2013; 2015); Boyd et al. (2013)).

COMBIT respektive kombinovaná terapie CIMT a Bimanuálního tréninku byla také prováděna u dětí s dětskou mozkovou obrnou. Některé studie (například Boyd et al., 2013 nebo Aarts et al., 2010) porovnávají tuto terapii s konvenční. Takovéto studie vycházely jednoznačně lépe pro kombinaci bimanuálního tréninku s CIMT. (Boyd, 2013, Aarts 2010).

Vzhledem k tomu, že při této kombinaci byly dodržovány všechny části protokolu CIMT, dalo se i očekávat, že výsledky dopadnou tímto způsobem, neboť se jedná o velmi intenzivní terapii.

Osově symetrický trénink (respektive bilaterální izokinetický trénink) byl pak ve člancích porovnáván buď s unilaterální terapií (Han a Kim (2016); Shim a Jung (2015); Stoykov (2009) a Morris et al. (2008). Vyjma Morris (2008) došli všichni autoři k závěru, že bilaterální trénink prováděný oběma horními končetinami osově symetricky vede k významnějšímu zlepšení než unilaterální trénink. Morris (2008) však jako jediný ze zmíněných autorů prováděl experiment u pacientů v akutní fázi po cévní mozkové příhodě a trénink neměl jasně stanovený protokol (pacienti prováděli tolik opakování, kolik bylo možné). Tyto skutečnosti mohly mít dopad na výsledek. Byla nalezena i jedna studie, která porovnává efektivitu mCIMT a BIT (Sethy et al. 2016). Autorský kolektiv dochází k názoru, že bilaterální trénink horní končetiny může být použit pro zlepšení proximálních funkcí horní končetiny, zatímco CIMT vede ke zvýšení využívání postižené horní končetiny. To je i ve shodě s tvrzením Cano-de-la-Cuerda et al. (2015), který se však věnoval teoriím motorického učení.

K Mirror Therapy byla většina dohledaných článků rešerší, pouze 3 byly experimentálními studiemi. Žádná z nich se však nezaměřovala a porovnání Mirror Therapy s jinou metodou, ale řešily, zda je skutečně nutná přítomnost zrcadla. Na základě dohledané rešerše bylo zjištěno, že důkazy pro použití Mirror Therapy jsou středně silné (dle škály fyzioterapeutické databáze založené na důkazech) (Mei Toh et al., 2012). Nepodařilo se přitom dohledat studii, která by porovnávala Mirror Therapy s metodou založenou na intenzivním procvičování.

Technika neurovývojového přístupu založená na koaktivaci obou horních končetin byla zařazena do rešerše na základě zmínky McDermott a Bitenski, Ven der Lee (1999) a Stoykov et al. (2009). V rámci diplomové práce se však nepodařilo nalézt článek, který by řešil konkrétně tuto techniku. Zdá se však, že nácvik přenosu váhy má význam pro úpravu posturální kontroly. Termín bimanuální se v literatuře objevoval stejně často, jako termín bilaterální. Vzhledem k tomu, že profesor Pfeiffer popisuje aktivaci celých horních končetin a nejedná se o kooperační úkoly, byl pro označení využit termín bilaterální.

Robotický a přístrojově řízený trénink tvoří nejvíce heterogenní skupinu. Je to dáno tím, že se autoři zaměřují na hybnost různých kloubů horní končetiny, používají odlišně

termín bimanuální a bilaterální. Celkově lze shrnout, že v rámci této skupiny porovnávali autoři nejčastěji robotickou či přístrojově řízenou terapii s klasickou terapií (která, jak už je obvyklé, nebyla většinou definována) anebo s unilaterální terapií. Velmi často se také jednalo o kombinaci robotické, či přístrojově řízené terapie s klasickou terapií. Napříč články panuje relativně shoda (např. Chang a Kim, 2013), že ke zvýšení účinku robotické terapie je zapotřebí ji kombinovat s klasickou terapií, která se více zaměřuje na zapojení do funkčních úkolů. Robotická terapie má pak sloužit jako doplněk či zpestření terapie.

Zajímavé také je, že ve většině dohledaných studií byly experimenty prováděny u pacientů v chronické fázi po cévní mozkové příhodě. Závažnost parézy přitom nebyla vždy jednoznačně definována, velmi často se však jednalo o středně těžkou hemiparézu. Kritéria pro zařazení v mnoha případech odpovídala indikačním kritériím CIMT, aby s ní terapie mohla být porovnána. Je tak otázkou, jak významný efekt n výsledky jednotlivých skupin by měla odlišná závažnost hemiparézy.

Vzhledem k tomu, že většina studií nebyla randomizovaných, je sporné, nakolik se lze vyjadřovat k efektivitě jednotlivých metod. Problém je také se střetem zájmů, který byl zmíněn v předchozí sekci.

Problémem je i skutečnost, že napříč články byly testované osoby v různém věku. Například trénink související s HABIT byl testován u novorozenců až po adolescenty. Zejména u dětské populace je však velmi obtížné srovnávat výsledky takovýchto experimentů.

Vlastní testování, tedy výběr jednotlivých testů se v jednotlivých stádiích také lišil. Často byly využívány ARAT, WFMT, BBT či FMA, avšak zde je třeba zmínit, že zatímco některé testy hodnotí spíše funkční provádění úkolů, jiné se zaměřují na rozsah pohybů a například AHA hodnotí schopnost kooperace horních končetin. Ta tedy znamená, že vlastní výstupy testů jsou odlišné a je velmi obtížné je mezi sebou porovnávat.

Vzhledem k tomu, že některé články se zabývaly stejnou metodou, bylo záměrem práce porovnat konzistenci výsledků věnujících se stejné metodě mez sebou. Potíž je však s tím, že zatímco některé studie se zaměřovaly na okamžitý efekt konkrétní terapie, jiné byly prospektivní. Často se však lišila intenzita a provádění či způsob testování (některé testy byly například zaměřené na funkci, jiné na rozsah pohybu). Vzhledem k naprosto odlišným

metodám sběru dat a provádění intervence, nebylo možné se výsledky vztahující se k určitým metodám jednoznačně shrnout.

Na závěr shrňme, že ač se výsledky jednotlivých studií liší, podařilo identifikovat mnoho různých metod, které jsou založeny na současné aktivaci horních končetin. Všechny metody byly přitom využity u osob s centrální hemiparézou a většina z nich vedla ke zlepšení funkce horních končetin. Efektivita metod byla do značné míry ovlivněna intenzitou terapie a závažností parézy. Výsledky ovlivnil i věk pacientů, a pakliže šlo o osoby po poškození mozku, tak i stádium od zisku příhody. Jednotlivé výsledky experimentů přitom byly ovlivněny tím, s jakou metodou byl bilaterální trénink porovnáván.

Kvalita článků, stejně jako přenositelnost jejich výsledků se různá, avšak pro osoby s DMO se ukazuje být efektivní HABIT či kombinace HABIT a CIMT (např. Sakzewski et al. 2011, 2012; Boyd et al. (2013); Cohen-Holzer et al. (2017)). Autoři tvrdí, že některé děti netolerují dobře znehybnění, které CIMT vyžaduje a že je zapotřebí naučit děti využívat obě horní končetiny (Charles a Gordon, 2006). Vzhledem k velmi intenzivní terapii vychází HABIT srovnatelně s CIMT a může tak být jeho dobrým ekvivalentem. Problémem HABIT je však skutečnost, že se podařilo dohledat pouze velmi malou sadu navržených úkolů, které by bylo možné při terapiích provádět (Charles a Gordon, 2006). Pokud bychom chtěli HABIT v České republice implementovat, (což by mohlo být přínosné) bylo by zapotřebí provést návrh takové sady úkolů a provést i jejich odzkoušení. Zároveň by bylo vhodné navázat na studii, kterou provedl Meng et al. (2018) a zaměřit se na možnost použití kooperačních úkolů u pacientů, kteří nesplňují indikační kritéria CIMT. Výstupem takové studie by také mohlo být objasnění neurofyzilogického principu například s využitím funkční magnetické rezonance. Do skupiny kooperačních úkolů patří i BOT (Bimanuální ergoterapie), kterou ve třech článcích popisuje Brian Hoare. Zmíněný autor bude pořádat kurz, jehož cílem je představení a zacvičení terapeutů v provádění bimanuální ergoterapie. Je tak možné, že díky popularizaci a rošíření časem vznikne více publikací, které lépe objasní rehabilitační jednotku. Zatím se však nepodařilo dohledat studii, která by obsahovala jasné instrukce k provádění BOT.

Co se týče přístrojově řízených tréninků, pouze některé z dohledaných přístrojů jsou komerčně dostupné. Jedná se o přístroj Tailwind, který je spojený s tréninkem BATRAC. Výhodou a důvodem jeho možného zařazení je relativně snadné ovládání a možnost použití v domácím prostředí. Možnou nevýhodou je zpětná vazba, která je pouze auditivní a je tak

otázkou, do jaké míry člověka motivuje. Mirrored Motion Bilateral Arm Trainer se zdá být velmi propracovaným přístrojem, avšak jeho výsledky nejsou ještě dostatečně podloženy randomizovanými studiemi. Nicméně jedná se o jeden z mála přístrojů, který využívá propracované herní prostředí a umožňuje pohyb končetin ve všech kloubech.

Arm Studio tedy přístroje od holdingu Hasomed⁶⁴ jsou také komerčně dostupné. Podobně jako BATRAC i tyto přístroje pracují s rytmickým stejnofázovým pohybem a jsou poměrně jednoduché. Většina článků prokazující jejich efektivitu přitom pochází od stejného autorského kolektivu a pouze část z nich se podařilo dohledat přes síť UK. Efektivita přístrojů byla odzkoušena u pacientů ve všech fázích po poškození mozku a trénink se ukázal jako proveditelný. Možný profit ze začlenění přístrojů REHA-Digit, REHA Slide a Bi-Manu-Track je tak zpestření terapie a umožnění repetitivního tréninku pohybu určitých svalových skupin.

Slibné výsledky pro použití u dospělé populace přinesl bilaterální osově symetrický trénink. Přestože úkoly, které byly využívány v jednotlivých studiích, byly poměrně náročné a pacienti s těžší hemiparézou by je nemohli splnit (například šroubování vyžaduje dobrou schopnost rozsahu a jemnou motoriku), mohl by být bilaterální trénink zařazen. Opět by bylo vhodné provést studii, která by se zaměřovala na pacienty, kteří nesplňují indikační kritéria CIMT. Slibné výsledky přinesla studie od Han a Kim (2016), v níž pacienti, kteří nemohli úkol pro jeho náročnost splnit, mohli provádět asistovaný pohyb za pomoci neparetické horní končetiny. Z této studii mohli pacienti provádět pohyb v rámci bilaterálního tréninku buď s asistencí neparetické horní končetiny anebo osově symetricky. Ve studii došlo k významnému zlepšení v porovnání se skupinou provádějící jednostranný trénink. Zdá se tedy, že bilaterální osově symetrický úkol má své opodstatnění.

Mirror Therapy by mohla být využitelná zejména u těžších paréz až plegií. Důvodem je skutečnost, že pravděpodobně zvyšuje aktivitu v oblastech zodpovědných za pozornost a kognitivní kontrolu a vede aktivaci premotorického kortexu. Zároveň se zdá, že zvyšuje excitabilitu ipsilaterální primární motorické kůry. Vedle vyvažování inehemisferické inhibice zde hraje velkou roli zejména mentální aktivace a zvýšení povědomí. Mirror Therapy neoslovuje pouze motorický kortex, ale zejména mozková centra zodpovědná za pozornost. Z toho důvodu by mohla být dobrým doplňkem běžně užívaných terapií.

Bobath koncept, který pracuje s aktivací obou stran těla při sepnutých horních končetinách a nácviku přenosu váhy má pravděpodobně vliv na úpravu posturální kontroly.

⁶⁴ Více viz: <https://www.hasomed.de/en/armlaboratory/research.html>

Přestože napříč odbornou komunitou nepanuje shoda ve využívání jednotlivých metod, zdá se, že bilaterální trénink má při rehabilitaci své opodstatnění. Cano-de La Cuerda provedl shrnutí, že teorie fungování CIMT stojí na diametrálně odlišné terapii než CIMT, ale jeho užití má své neurofyziologické opodstatnění. Kombinace použití jednostranného tréninku (zvláště pak CIMT) a bilaterálního tréninku se zdá být nejlepším možným přístupem k hemiparéze. Ergoterapeuté by si tak vždy měli připomínat myšlenku, že pro vykonávání běžných denních činností je klíčová aktivace obou horních končetin a schopnost jejich kooperace.

Pro objasnění správné indikační skupiny pacientů a dozáš bilaterálního tréninku, stejně jako pro zařazení konkrétních metod je však zapotřebí provést další studie.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo vytvoření přehledu problematiky využívané v kontextu bilaterálního tréninku u pacientů s centrální hemiparézou. Tento cíl byl splněn, v rámci práce bylo dohledáno a zpracováno 132 relevantních výsledků.

Výsledky naznačují, že pod zastřešující pojem bilaterální trénink patří celá řada metod, které při terapiích využívají aktivity obou horních končetin a to buď v kooperačních úkolech, v osově symetrických úkolech anebo při kombinaci těchto dvou typů. Pro některé typy tréninku se pak využívají mechanické či robotické přístroje, přičemž některé pracují i s herním prostředím. Celkově bylo identifikováno velké množství metod, které byly pro přehlednost zařazeny do 5 skupin. Vytvořený přehled slouží jako odpověď na první výzkumnou otázku.

Dalším cílem bylo objasnit neurofyzilogické pozadí tréninku. Na základě syntézy článků byly identifikovány tyto principy: 1) vyvažování interhemisférické inhibice, 2) zvýšení aktivace postižené hemisféry cestou alternativních a ipsilaterálních drah (např. Stinear, 2008; Arya a Pandian, 2015) a 3) zlepšení motorické kontroly postižené končetiny (McDermott a Korner-Bitensky, 2012).

Výzkumnou otázkou bylo i objasnit efektivitu jednotlivých metod. Vzhledem k různorodosti metod (liší se neurofyzilogickým principem i vlastním prováděním pohybů) není možné zodpovědět tuto otázku globálně. Ukazuje se však, že metody založené na velmi intenzivním tréninku obou horních končetin, jsou efektivní zejména pro zlepšení kooperace končetin.

Efektivita jednotlivých metod bilaterálního tréninku byla dokládána buď srovnáním s CIMT nebo s konvenční terapií, případně s unilaterálním tréninkem. Pakliže některá metoda byla srovnatelná s efektem CIMT, byla vždy založena na velmi intenzivním tréninku a v některých případech si přímo vypůjčila strategii provádění CIMT. Při porovnání s konvenční terapií vycházel bilaterální trénink lépe. Na základě studií lze shrnout, že bilaterální trénink je efektivní rehabilitační intervencí. Jakou funkci či doménu ovlivní je pak vázáno na konkrétní metodu, intenzitu procvičování a diagnózu pacientů, u kterých byl experiment prováděn. Na základě výsledků studií se bilaterální trénink zdá být vhodnou alternativou klasické terapie.

Součástí práce je velká souhrnná tabulka, která slouží jako podrobný přehled všech dohledaných metod. Tabulka objasňuje neurofyzilogické pozadí, užívanou terminologii, indikační skupinu a způsob provádění tréninku (Tabulka 2).

7 MOŽNOSTI NAVAZUJÍCÍ PRÁCE

Na vytvořenou práci by bylo možné navázat provedením metaanalýzy dohledaných studií. To by mohlo vést k hlubšímu pochopení působení a efektivity bilaterálního tréninku. Aby jejich výstupy mohly být porovnány mezi sebou, bylo by třeba provést novou sadu experimentů používající stejné funkční testy.

Dále by bylo možné provést výzkum, který by se zaměřoval na aktivaci jednotlivých center mozku při daných úkonech (například HABIT, BATRAC či Mirror Therapy).

Vzhledem k tomu, že v rámci jednotlivých skupin metod se opakovaly typy úkolů, bylo by také možné další práci zaměřit na jejich přehled. Například by bylo možné vytvořit překlad metodiky a úkolů používaných pro HABIT. Podobně by se navazující práce mohla zaměřit na vytvoření návrhu bilaterálních osově symetrických úkolů.

8 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Počet dohledaných článků	28
Tabulka 2: Přehledová tabulka dohledaných metod.....	87

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma čištění dat	29
Obrázek 2: Přístroj Tailwind (citováno z: Tailwind Arm Rehabilitation Device, 2018)	62
Obrázek 3: Mirrored Motion Bimanual Arm Trainer (čerpáno z MirroredMotionWorks, 2016).....	67
Obrázek 4: BFIAMT (převzato z Van Delden et al. (2012))	68
Obrázek 5: H-O-H (převzato z Van Delden et al. (2012))	69
Obrázek 6: MIME (převzato z článku Lum et al. (2006)).....	70
Obrázek 7: Bi-Manu-Track (převzato z Van Delden et al. (2012); RehaStim Medtec (2018)).....	73
Obrázek 8: Bilaterální trénink (Cauraugh a Kim, 2014).	75
Obrázek 9: The Rocker (převzato ze článku Van Delden et al. (2012)).....	77
Obrázek 10: Bulit (převzato z článku Samson et al. (2010)).....	79

10 SEZNAM ZKRATEK

A:

- ADL: Activities of Daily Living – aktivity každého dne, běžné denní činnosti
- AHA: *Assisting Hand Assessment- Hodnocení pomocné (postižené) horní končetiny*
- AOTA: American Occupational Therapy Association – Americká asociace ergoterapeutů
- APBT: Active – Passive Bilateral Training – aktivní – pasivní bilaterální trénink
- ARAT: Action Research Arm Test
- ARCMIME: ARC- Mirror Image Movement Enabler: Vylepšený usnadňovač zobrazení zrcadlových pohybů

B:

- BAT: Bilateral Arm Trainer (bilaterální trenažér pohybu)
- BATRAC: Bilateral Arm Training with Rhythmic Auditory Cueing
- BFIAMT: Bilateral Forced Induced Isokinetic Arm Movement Trainer
- BIM: Bimanual Intensive Trainer – Bimanuální intenzivní trénink
- BIT: Bilateral Intensive Training – Bimanuální intenzivní trénink
- BOT: Bimanual Occupational Therapy – Bimanuální ergoterapie
- BBT: Box and Block Test: Test kostek a krabice (český překlad se však nevyužívá)
- BUILT: Bilateral Upper-Limb Trainer – Bilaterální trenažér horních končetin

C:

- CIMT: Constraint Induced Movement Therapy – Terapie vynuceného používání
- CIMT-BIT: Terapie vynuceného používání kombinovaná s Bimanuálním intenzivním tréninkem
- CI: Constraint Induced Movement Therapy – straší název
- CMP: cévní mozková příhoda
- COMBIT: Combined Constraint Induced Movement Therapy and Bimanual Intensive Training – Terapie vynuceného používání kombinovaná s Bimanuálním intenzivním tréninkem
- CO-OP: Cognitive Orientation to Daily Occupational Performance – Kognitivní orientace na denní výkon zaměstnávání
- COPM (*Canadian Occupational Performance Measure – Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání*)
- CPG: central pattern generators – centrální generátory pohybu

Č:

- ČAE: česká asociace ergoterapeutů

D:

- DMO: dětské mozková obrna

E:

- EEG:Elektroencefalografie
- EMG: Elektro
- ENOTHE: European Network in Occupational Therapist Higher Education – Evropská síť ergoterapeutů ve vyšším vzdělávání
- EcoCIMT

F:

- FIM: Functional Independence Measure
- FMA: Fugl Mayer Assessment

G:

- GAS: Goal Attainment Scale – Stupnice dosažení cílů

H:

- HABIT: Hand Arm Bimanual Intensive Training – Intenzivní bimanuální trénink rukou a paží
- h-HABIT: home- HABIT – HABIT určený pro domácí použití

J:

- JTHFT: Jebsen Taylor Hand Function Test – Jebsen -Taylor test funkce horních končetin

M:

- MAS: Motor Assessment scale – škála hodnocení pohybu
- MAS: Modified Ashworth scale (Modifikovaná Ashworthova škála)
- M1: primární motorická oblast
- mCIMT: modifikovaná terapie vynuceného používání
- mHABIT: modifikovaná intenzivní bimanuální terapie rukou a paží
- MIME: Mirror Image Movement Enabler: Usnadňovač zobrazení zrcadlových pohybů
- MMDT: Minnesota Manual Dexterity Test – Minesotský test šikovnosti)
- MMT: Manual Muscle Testing – Manuální testování svalů)
- MTLA: Motor Training involving the Less-affected Side – Pohybový trénink zahrnující méně postiženou stranu (respektive horní končetinu)
- MSS: Motor Status Scale – škála motorického statusu
- MVF: Mirror Visual Feedback: zrcadlová zpětná vazba, nebo též Mirror Therapy – Zrcadlová terapie

N:

- NDT: Neurodevelopmental Treatment – neurovývojové přístupy

P

- PMC: Promotor Cortex

S

- SHUEE: Shriner's Hospital Upper Extremity Evaluation – Hodnocení horní končetiny dle Shrinerovy nemocnice
- SMA: Supplementary Motor Area – suplementární motorická oblast
- S2

T

- TBT: Task-Oriented bilateral training – Na úkol orientovaný bilaterální trénink
- TIDieR: Template for Intervention Description and Replication – Šablona pro popis a replikaci intervence

U

- UK: Univerzita Karlova

11 POUŽITÁ LITERATURA

1. AARTS, Pauline B., Peter H. JONGERIUS, Yvonne A. GEERDINK, Jacques VAN LIMBEEK a Alexander C. GEURTS. Modified Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BiT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: How are improvements in arm-hand use established?. *Research in Developmental Disabilities*[online]. 2011, **32**(1), 271-279 [cit. 2018-06-14]. DOI: 10.1016/j.ridd.2010.10.008. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422210002465>
2. ANDERSEN, John C., Annette MAJNEMER, Kathleen O'GRADY a Andrew M. GORDON. Intensive Upper Extremity Training for Children with Hemiplegia: From Science to Practice. *Seminars in Pediatric Neurology* [online]. 2013, **20**(2), 100-105 [cit. 2018-06-08]. DOI: 10.1016/j.spen.2013.06.001. ISSN 10719091. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1071909113000272>
3. AOTA. Occupational Therapy Practice Framework: Domain and Process (3rd Edition). *American Journal of Occupational Therapy* [online]. 2014, **68**(Supplement_1), S1- [cit. 2017-12-17]. DOI: 10.5014/ajot.2014.682006. ISSN 0272-9490. Dostupné z: <http://ajot.aota.org/article.aspx?doi=10.5014/ajot.2014.682006>
4. APA. Parenting Stress Index: Construct: Identify stressful aspects of parent-child interaction. *American Psychological Association* [online]. © 2018 American Psychological Association [cit. 2018-06-07]. Dostupné z: <http://www.apa.org/pi/about/publications/caregivers/practice-settings/assessment/tools/parenting-stress.aspx>
5. ARYA, Kamal Narayan. a Shanta PANDIAN. Interlimb neural coupling: Implications for poststroke hemiparesis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. 2014, **57**(9-10), 696-713 [cit. 2018-04-02]. DOI: 10.1016/j.rehab.2014.06.003. ISSN 18770657. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S187706571401745X>
6. BANG, Dae-Hyoun, Won-Seob SHIN a Sung-Jin CHOI. The effects of modified constraint-induced movement therapy combined with trunk restraint in subacute stroke: a double-blinded randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2015, **29**(6), 561-569 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1177/0269215514552034. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215514552034>
8. BERNSTEIN, N.A. (1967). The coordination and regulation of movements. Oxford : Pergamon Press.
9. BOBATH Berta. *Adult hemiplegia: evaluation and treatment*. 3rd ed. Oxford: Heinemann Medical Books, 1990. 9780750601689
10. BOYD, Roslyn N, Jenny ZIVIANI, Leanne SAKZEWSKI, et al. COMBIT: protocol of a randomised comparison trial of COMBined modified constraint induced movement therapy and bimanual intensive training with distributed model of standard upper limb rehabilitation in children with congenital hemiplegia. *BMC Neurology* [online]. 2013, **13**(1), - [cit. 2018-05-09]. DOI: 10.1186/1471-2377-13-68. ISSN 1471-2377. Dostupné z: <http://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-13-68>
11. BOOS, A., QINYIN QIU, G. G. FLUET a S. V. ADAMOVICH. Haptically facilitated bimanual training combined with augmented visual feedback in moderate to severe hemiplegia. In: *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* [online]. IEEE, 2011, 2011, s. 3111-3114 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6090849. ISBN 978-1-4577-1589-1. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6090849/>
12. BRADY, Kathleen a Teresa GARCIA. Constraint-induced movement therapy (CIMT): Pediatric applications. *Developmental Disabilities Research Reviews* [online]. 2009, **15**(2), 102-111 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1002/ddrr.59. ISSN 19405510. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ddrr.59>
13. BREWER, Bambi R., Sharon K. MCDOWELL a Lise C. WORTHEN-CHAUDHARI. Poststroke Upper Extremity Rehabilitation: A Review of Robotic Systems and Clinical Results. *Topics in Stroke Rehabilitation*[online]. 2014, **14**(6), 22-44 [cit. 2018-05-14]. DOI: 10.1310/tsr1406-22. ISSN 1074-9357. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr1406-22>
14. BURGAR, Charles G., Peter S. LUM, A. M. Erika SCREMIN, Susan L. GARBER, H. F. Machiel VAN DER LOOS, Deborah KENNEY a Peggy SHOR. Robot-assisted upper-limb therapy in acute rehabilitation setting following stroke: Department of Veterans Affairs multisite clinical trial. *Journal of Rehabilitation Research* [online]. 2011, **48**(4), 445-458 [cit. 2018-04-09]. ISSN 07487711. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Robot-assisted-upper-limb-therapy-in-acute-setting-Burgar-Lum/29cfa00f87628c72c4a2c7d414f01f4bdbcdf210d>
15. BUSCHFORTH, R, J BROCKE, A HEß, C WERNER, A WALDNER a S HESSE. The arm studio to intensify the upper limb rehabilitation after stroke: Concept, acceptance, utilization and preliminary

- clinical results. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2010, **42**(4), 310-314 [cit. 2018-03-25]. DOI: 10.2340/16501977-0517. ISSN 1650-1977. Dostupné z: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0517>
16. BYL, Nancy N., Gary M. ABRAMS, Erica PITSCH, Irina FEDULOW, Hyunchul KIM, Matt SIMKINS, Srikanth NAGARAJAN a Jacob ROSEN. Chronic stroke survivors achieve comparable outcomes following virtual task specific repetitive training guided by a wearable robotic orthosis (UL-EXO7) and actual task specific repetitive training guided by a physical therapist. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2013, **26**(4), 343-352 [cit. 2018-06-04]. DOI: 10.1016/j.jht.2013.06.001. ISSN 08941130. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894113013000720>
 17. CANO-DE-LA-CUERDA, R., A. MOLERO-SÁNCHEZ, M. CARRATALÁ-TEJADA, I.M. ALGUACIL-DIEGO, F. MOLINA-RUEDA, J.C. MIANGOLARRA-PAGE a D. TORRICELLI. Theories and control models and motor learning: Clinical applications in neurorehabilitation. *Neurología (English Edition)* [online]. 2015, **30**(1), 32-41 [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.1016/j.nrleng.2011.12.012. ISSN 21735808. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2173580814001424>
 18. CAURAUGH, James H., Sang Bum KIM a Aaron DULEY. Coupled bilateral movements and active neuromuscular stimulation: Intralimb transfer evidence during bimanual aiming. *Neuroscience Letters* [online]. 2005, **382**(1-2), 39-44 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/j.neulet.2005.02.060. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15911118>
 19. CAURAUGH, James H. a Jeffery J. SUMMERS. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Progress in Neurobiology* [online]. 2005, **75**(5), 309-320 [cit. 2018-04-03]. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2005.04.001. ISSN 03010082. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030100820500034103043940>
 20. CAURAUGH, James a Sang Bum KIM. Two coupled motor recovery protocols are better than one - Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *STROKE* [online]. 2002, **33**(6), 1589-1594 [cit. 2018-03-20]. ISSN 00392499. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304394005002545>
 21. CAURAUGH James H, COOMBES SA, Neha LODHA, Sagar K. NAIK a Jeffery J. SUMMERS. Upper extremity improvements in chronic stroke: coupled bilateral load training. *Restorative Neurology And Neuroscience* [online]. 2009, **27**(1), 17-25 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.3233/RNN-2009-0455. ISSN 09226028. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2752408/>
 22. CAURAUGH, James H., Neha LODHA, Sagar K. NAIK a Jeffery J. SUMMERS. Bilateral movement training and stroke motor recovery progress: A structured review and meta-analysis. *Human Movement Science* [online]. 2010, **29**(5), 853-870 [cit. 2018-03-21]. DOI: 10.1016/j.humov.2009.09.004. ISSN 01679457. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945709000992>
 23. CASILE, Antonino. Editorial. *Neuroscience Letters* [online]. 2013, **540**, 1-2 [cit. 2018-06-11]. DOI: 10.1016/j.neulet.2012.12.010. ISSN 03043940. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304394012015625>
 24. CHANG, Jyh-Jong, Wen-Lin TUNG, Wen-Lan WU, Mao-Hsiung HUANG a Fong-Chin SU. Effects of Robot-Aided Bilateral Force-Induced Isokinetic Arm Training Combined With Conventional Rehabilitation on Arm Motor Function in Patients With Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2007, **88**(10), 1332-1338 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.07.016. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999307012907>
 25. CHANG, Won Hyuk a Yun-Hee KIM. Robot-assisted Therapy in Stroke Rehabilitation. *Journal of Stroke* [online]. 2013, **15**(3), 174- [cit. 2018-06-05]. DOI: 10.5853/jos.2013.15.3.174. ISSN 2287-6391. Dostupné z: <http://j-stroke.org/journal/view.php?doi=10.5853/jos.2013.15.3.174>
 26. CHARLES, Jeanne a Andrew M GORDON. Development of hand-arm bimanual intensive training (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2006, **48**(11), 931-936 [cit. 2018-03-28]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2006.02039a.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <https://www.cambridge.org/core/journals/developmental-medicine-and-child-neurology/article/development-of-handarm-bimanual-intensive-training-habit-for-improving-bimanual-coordination-in-children-with-hemiplegic-cerebral-palsy/D06ABAB2295B96A8FD92FE96EEB1836B>
 27. CHOO, Pei Ling, Helen L. GALLAGHER, Jacqui MORRIS, Valerie M. POMEROY a Frederike VAN WIJCK. Correlations between arm motor behavior and brain function following bilateral arm training after stroke: a systematic review. *Brain and Behavior* [online]. 2015, **5**(12), n/a-n/a [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1002/brb3.411. ISSN 21623279. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4714643/>

28. CIMT CO UK. Assisting Hand Assessment. *CIMT: movement for life* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.cimt.co.uk/professionals/outcome-measures/assisting-hand-assessment>
29. CIONI, Giovanni a Giuseppina SGANDURRA. Normal psychomotor development. *Pediatric Neurology Part I* [online]. Elsevier, 2013, 2013, s. 3-15 [cit. 2018-06-11]. Handbook of Clinical Neurology. DOI: 10.1016/B978-0-444-52891-9.00001-4. ISBN 9780444528919. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780444528919000014>
30. COHEN-HOLZER, Marilyn, Gilad SOREK, Julie KEREM, Simon SCHLESS, Rachel FREEDMAN, Hemda ROTEM, Maayan SCHWEITZER a Michal KATZ-LEURER. The Influence of Intense Combined Training on Upper Extremity Function in Children With Unilateral Cerebral Palsy: Does Initial Ability Matter?. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2016, **36**(4), 376-387 [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.3109/01942638.2015.1108379. ISSN 0194-2638. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/01942638.2015.1108379>
31. COHEN-HOLZER Marilyn, Michal KATZ-LEURER, R. REINSTEIN, Hemda ROTEM a Shirley MEYER. The effect of combining daily restraint with bimanual intensive therapy in children with hemiparetic cerebral palsy: a self-control study. *Neurorehabilitation* [online]. 2011, **29**(1), 29-36 [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0674. ISSN 18786448. Dostupné z: <https://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre00674>
32. COHEN-HOLZER, Marilyn, Michal KATZ-LEURER, Shirley MEYER, Dido GREEN a Shula PARUSH. The Effect of Bimanual Training with or Without Constraint on Hand Functions in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Non-Randomized Clinical Trial. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2017, **37**(5), 516-527 [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.1080/01942638.2017.1280871. ISSN 0194-2638. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2017.1280871>
33. COSTA, Valton da Silva, Júlio César Cunha da SILVEIRA, Tatiana Catarina Albuquerque CLEMENTINO, Lorena Raquel Dantas de Macedo BORGES a Luciana Protásio de MELO. Efeitos da terapia espelho na recuperação motora e funcional do membro superior com paresia pós-AVC: uma revisão sistemática. *Fisioterapia e Pesquisa* [online]. 2016, **23**(4), 431-438 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1590/1809-2950/15809523042016. ISSN 1809-2950. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502016000400431&lng=pt&tlng=pt,anglický_překlad_dostupný_z:_http://www.scielo.br/pdf/fp/v23n4/en_2316-9117-fp-23-04-00431.pdf
34. CPTHERAPY. *BIMANUAL OCCUPATIONAL THERAPY (BOT)* [online]. CPTHERAPY. © 2018 CPtherapy [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: <http://www.cpttherapy.org/our-services/bimanual-occupational-therapy-bot/>
35. CUNNINGHAM, David A., Kelsey A. POTTER-BAKER, Jayme S. KNUTSON, Vishwanath SANKARASUBRAMANIAN, Andre G. MACHADO a Ela B. PLOW. Tailoring Brain Stimulation to the Nature of Rehabilitative Therapies in Stroke. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 2015, **26**(4), 759-774 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.pmr.2015.07.001. ISSN 10479651. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1047965115000583>
36. ČAE. CONSENSUS DEFINITIONS – ODSOHLASENÉ DEFINICE. *ČAE: Česká asociace ergoterapeutů* [online]. 2015, 2015 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.ergoterapie.cz/Page.aspx?PageHierarchyID=14&PageIndex=1&PageID=32&node=13&ParentPageID=41>
37. DECONINCK, Frederik J. A., Ana R. P. SMORENBURG, Alex BENHAM, Annick LEDEBT, Max G. FELTHAM a Geert J. P. SAVELSBERGH. Reflections on Mirror Therapy – A Systematic Review of the Effect of Mirror Visual Feedback on the Brain. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2014, **29**(4), 349-361 [cit. 2017-08-14]. DOI: 10.1177/1545968314546134. ISSN 1545-9683. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968314546134>
38. DEAN, Catherine a Fiona MACKEY. Motor assessment scale scores as a measure of rehabilitation outcome following stroke. *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 1992, **38**(1), 31-35 [cit. 2018-05-13]. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60548-1. ISSN 00049514. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0004951414605481>
39. DEBAERE, Filiep, Stephan P. SWINNEN, Erik BÉATSE, Stefan SUNAERT, Paul VAN HECKE a Jacques DUYSSENS. Brain Areas Involved in Interlimb Coordination: A Distributed Network. *NeuroImage* [online]. 2001, **14**(5), 947-958 [cit. 2018-04-18]. DOI: 10.1006/nimg.2001.0892. ISSN 10538119. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811901908924>
40. DE FREITAS, Paula Ruiz, Ana Elisa LEMOS, Mariana Palla SANTOS, Stella Maris MICHAELSEN, Clynton Lourenço CORRÊA a Alessandra SWAROWSKY. Test D'évaluation Des Membres Supérieurs Des Personnes Âgées (TEMPA) to assess upper limb activity in Parkinson's disease. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2017, **30**(3), 320-327 [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.1016/j.jht.2016.07.003. ISSN 08941130. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894113016301144>

41. DEPPE, W, K THÜMMER, J FLEISCHER, C BERGER a S MEYER. Constraint-induced movement therapy versus bimanual therapy for children with central hemiparesis – relative effectiveness and factors of influence. *Neuropediatrics* [online]. 2011, **42**(S 01), - [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.1055/s-0031-1273953. ISSN 0174-304X. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0031-1273953>
42. DIETZ, Volker a Miriam SCHRAFL-ALTERMATT. Control of functional movements in healthy and post-stroke subjects: Role of neural interlimb coupling. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2016, **127**(5), 2286-2293 [cit. 2018-04-10]. DOI: 10.1016/j.clinph.2016.02.014. ISSN 13882457. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1388245716000778>
43. DIETZ, Volker, Gianluca MACAUDA, Miriam SCHRAFL-ALTERMATT, Markus WIRZ, Evelyne KLOTTER a Lars MICHELS. Neural Coupling of Cooperative Hand Movements: A Reflex and fMRI Study. *Cerebral Cortex* [online]. 2015, **25**(4), 948-958 [cit. 2018-04-10]. DOI: 10.1093/cercor/bht285. ISSN 1460-2199. Dostupné z: <https://academic.oup.com/cercor/article-lookup/doi/10.1093/cercor/bht285>
44. DISMAN, Miroslav. *Jak se vyrábí sociologická znalost: příručka pro uživatele*. 4., nezměn. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 9788024619668.
45. DONCHIN, O, S.Cardoso DE OLIVEIRA a E VAADIA. Who Tells One Hand What the Other Is Doing. *Neuron* [online]. 1999, **23**(1), 15-18 [cit. 2018-04-02]. DOI: 10.1016/S0896-6273(00)80748-5. ISSN 08966273. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089662730080748>
46. DONCHIN, O., A. GRIBOVA, O. STEINBERG, A. R. MITZ, H. BERGMAN a E. VAADIA. Single-Unit Activity Related to Bimanual Arm Movements in the Primary and Supplementary Motor Cortices. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2002, **88**(6), 3498-3517 [cit. 2018-06-07]. DOI: 10.1152/jn.00335.2001. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.00335.2001>
47. DRUGA, Rastislav, Miloš GRIM a Petr DUBOVÝ. *Anatomie centrálního nervového systému*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-706-6.
48. EHRSSON, H. Henrik, Eiichi NAITO, Stefan GEYER, Katrin AMUNTS, Karl ZILLES, Hans FORSSBERG a Per E. ROLAND. Simultaneous movements of upper and lower limbs are coordinated by motor representations that are shared by both limbs: a PET study. *European Journal of Neuroscience* [online]. 2000, **12**(9), 3385-3398 [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.1046/j.1460-9568.2000.00209.x. ISSN 0953816X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1460-9568.2000.00209.x>
49. ELIASSON, Ann-Christin, Karin SHAW, Elisabeth BERG a Lena KRUMLINDE-SUNDHOLM. An ecological approach of Constraint Induced Movement Therapy for 2–3-year-old children: A randomized control trial. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2011, **32**(6), 2820-2828 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.05.024. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S089142221100196X>
50. ELIASSON, Ann-Christin, Lena Krumlinde SUNDHOLM, Karin SHAW a Chen WANG. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2005, **47**(4), 266-275 [cit. 2018-06-27]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2005.tb01132.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-8749.2005.tb01132.x>
51. FERRARO Mark, Jennifer Hogan DEMAIO, Jennifer KROL, et al. Assessing the Motor Status Score: A Scale for the Evaluation of Upper Limb Motor Outcomes in Patients after Stroke. *Neurorehabilitation & Neural Repair* [online]. **16**(3), 283-289 [cit. 2018-05-13]. DOI: 10.1177/154596802401105216. ISSN 00000000. Dostupné z: <http://nnr.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/154596802401105216>
52. FERRE, Claudio L, Marina BRANDÃO, Bhavini SURANA, Ashley P DEW, Noelle G MOREAU a Andrew M GORDON. Caregiver-directed home-based intensive bimanual training in young children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized trial. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2017, **59**(5), 497-504 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1111/dmcn.13330. ISSN 00121622. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13330>
53. FERRE, Claudio L., Marina B. BRANDÃO, Ya-Ching HUNG, Jason B. CARMEL a Andrew M. GORDON. Feasibility of caregiver-directed home-based hand-arm bimanual intensive training: A brief report. *Developmental Neurorehabilitation* [online]. 2014, **18**(1), 69-74 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.3109/17518423.2014.948641. ISSN 1751-8423. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17518423.2014.948641>
54. FRIEL, Kathleen M., Hsing-Ching KUO, Jason FULLER, et al. Skilled Bimanual Training Drives Motor Cortex Plasticity in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Neurorehabilitation and Neural*

- Repair*[online]. 2016, **30**(9), 834-844 [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1177/1545968315625838. ISSN 1545-9683. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968315625838>
55. FUZARO, Amanda C., Carlos T. GUERREIRO, Fernanda C. GALETTI, Renata B. V. M. JUCÁ a João E. DE ARAUJO. Modified constraint-induced movement therapy and modified forced-use therapy for stroke patients are both effective to promote balance and gait improvements. *Brazilian Journal of Physical Therapy / Revista Brasileira de Fisioterapia* [online]. 2012, **16**(2), 157-165 [cit. 2018-06-29]. ISSN 14133555. Dostupné z: http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v16n2/aop006_12tn1226_sci.pdf
 56. GALLESE, V., L. FADIGA, L. FOGASSI a G. RIZZOLATTI. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* [online]. 1996, **119**(2), 593 - 609 [cit. 2018-06-11]. DOI: 10.1093/brain/119.2.593. ISSN 00068950. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/1aff/757609a0079c95b0a181d79f6ea362d0ca82.pdf>
 57. GARBARINI, Francesca, Federico D'AGATA, Alessandro PIEDIMONTE, et al. Drawing lines while imagining circles: Neural basis of the bimanual coupling effect during motor execution and motor imagery. *NeuroImage* [online]. 2014, **88**, 100-112 [cit. 2018-06-07]. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2013.10.061. ISSN 10538119. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1053811913010847>
 58. GELKOP, Nava, Dikla Gol BURSHTEN, Anat LAHAV, Amichi BREZNER, Saleh AL-ORAIBI, Claudio L. FERRE a Andrew M. GORDON. Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy and Bimanual Training in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy in an Educational Setting. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2014, **35**(1), 24-39 [cit. 2018-06-04]. DOI: 10.3109/01942638.2014.925027. ISSN 0194-2638. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/01942638.2014.925027>
 59. GEERDINK, Yvonne, Pauline AARTS a Alexander C. GEURTS. Motor learning curve and long-term effectiveness of modified constraint-induced movement therapy in children with unilateral cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*[online]. 2013, **34**(3), 923-931 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.ridd.2012.11.011. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422212002922>
 60. GEERDINK, Yvonne, Pauline AARTS, Jan VAN DER BURG, Bert STEENBERGEN a Alexander GEURTS. Intensive upper limb intervention with self-management training is feasible and promising for older children and adolescents with unilateral cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2015, **43-44**, 97-105 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.ridd.2015.06.013. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422215000700>
 61. GILLEN, Glen. *Stroke rehabilitation: a function-based approach*. Fourth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 2016. ISBN 9780323172813.
 62. GRANGER, Carl V., Byron B. HAMILTON, John M. LINACRE, Allen W. HEINEMANN a Benjamin D. WRIGHT. PERFORMANCE PROFILES OF THE FUNCTIONAL INDEPENDENCE MEASURE. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 1993, **72**(2), 84-89 [cit. 2018-06-29]. DOI: 10.1097/00002060-199304000-00005. ISSN 0894-9115. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00002060-199304000-00005>
 63. GUERTIN, Pierre A. The mammalian central pattern generator for locomotion. *Brain Research Reviews* [online]. 2009, **62**(1), 45-56 [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.1016/j.brainresrev.2009.08.002. ISSN 01650173. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0165017309000812>
 64. GYGAX, Marine Jequier, Patrick SCHNEIDER a Christopher John NEWMAN.. Mirror therapy in children with hemiplegia: a pilot study. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2011, **53**(5), 473-476 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2011.03924.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2011.03924.x>
 65. HAFSTEINSDOTTIR, T B. Neurodevelopmental treatment after stroke: a comparative study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2005, **76**(6), 788-792 [cit. 2017-12-17]. DOI: 10.1136/jnnp.2004.042267. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2004.042267>
 66. HAN, Kyoung Ju a Jin Young KIM. The effects of bilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2016, **28**(8), 2299-2302 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1589/jpts.28.2299. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/8/28_jpts-2016-199/_article
 67. HAYASHI, Takuji a Daichi NOZAKI. Improving a Bimanual Motor Skill Through Unimanual Training. *Frontiers in Integrative Neuroscience*[online]. 2016, **10**, - [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.3389/fnint.2016.00025. ISSN 1662-5145. Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fnint.2016.00025/abstract>
 68. HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-485-4.

69. HESSE, Stefan, Claudia WERNER, M. POHL, S. RUECKRIEM, J. MEHRHOLZ a M.L. LINGNAU. Computerized Arm Training Improves the Motor Control of the Severely Affected Arm After Stroke: A Single-Blinded Randomized Trial in Two Centers. *Stroke* [online]. 2005, **36**(9), 1960-1966 [cit. 2018-04-15]. DOI: 10.1161/01.STR.0000177865.37334.ce. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.0000177865.37334.ce>
70. HESSE, Stefan, Henning SCHMIDT a Cordula WERNER. Machines to support motor rehabilitation after stroke: 10 years of experience in Berlin. *Journal of Rehabilitation Research* [online]. 2006, **43**(5), 671-678 [cit. 2018-06-04]. ISSN 07487711. Dostupné z: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/5/Hesse.html>
71. BRANDL-HESSE, Beate. *Bi-Manu-Track* [online]. Berlin: REHA-STIM, 2012 [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <http://www.reha-stim.de/cms/assets/files/Flyer/Bi-Manu-Track%20Flyer%20Englisch%202012.pdf>
72. HILLEROVÁ, L., E. MIKULECKÁ, M. MAYER a I. Vlacová. 2006. Statistické vlastnosti nové škály - Skóre Vizuálního Hodnocení Funkčního Úkolu Ruky u Pacientů po Cévné Mozkové Příhodě. *Rehabilitace a Fyzikální Lékařství*. 2006, vol. 13, no. 3, ss. 107-111. ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/statisticke-vlastnosti-nove-skaly-skore-vizualniho-hodnoceni-funkcniho-ukolu-ruky-u-pacientu-po-cevni-mozkove-prihode-4882>
73. HOARE, Brian J, Jason WASIAK, Christine IMMS a LeeAnne CAREY. Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2007, **2**(8), - [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1002/14651858.CD004149.pub2. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004149.pub2>
74. HOARE, Brian J, Christine IMMS, Hyam Barry RAWICKI a LeeAnne CAREY. Modified constraint-induced movement therapy or bimanual occupational therapy following injection of Botulinum toxin-A to improve bimanual performance in young children with hemiplegic cerebral palsy: a randomised controlled trial methods paper. *BMC Neurology* [online]. 2010, **10**(1), - [cit. 2018-05-09]. DOI: 10.1186/1471-2377-10-58. ISSN 1471-2377. Dostupné z: <http://bmcnneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-10-58>
75. HORTON, Simon, Kathryn MARES, Neil COULL a Fiona POLAND. On the character and production of 'active participation' in neuro-rehabilitation: an Actor-Network perspective. *Sociology of Health & Illness* [online]. 2017, **39**(8), 1529-1541 [cit. 2018-04-18]. DOI: 10.1111/1467-9566.12615. ISSN 01419889. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/1467-9566.12615>
76. HUMMEL, Friedhelm C a Leonardo G COHEN. Non-invasive brain stimulation: a new strategy to improve neurorehabilitation after stroke?. *The Lancet Neurology* [online]. 2006, **5**(8), 708-712 [cit. 2018-04-18]. DOI: 10.1016/S1474-4422(06)70525-7. ISSN 14744422. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442206705257>
77. HUMMELSHEIM, H. a K. MAURITZ. Neurophysiologische Grundlagen krankengymnastischer Übungsbehandlung bei Patienten mit zentralen Hemiparesen. *Fortschritte der Neurologie · Psychiatrie* [online]. 1993, **61**(06), 208-216 [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.1055/s-2007-999089. ISSN 0720-4299. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-2007-999089>
78. HUNG, Ya-Ching, Marina B. BRANDÃO a Andrew M. GORDON. Structured skill practice during intensive bimanual training leads to better trunk and arm control than unstructured practice in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2017, **60**, 65-76 [cit. 2018-05-13]. DOI: 10.1016/j.ridd.2016.11.012. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422216302554>
79. HUNG, Ya-Ching, Claudio L. FERRE a Andrew M. GORDON. Improvements in Kinematic Performance After Home-Based Bimanual Intensive Training for Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Physical & Occupational Therapy In Pediatrics* [online]. 2017, 1-12 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1080/01942638.2017.1337663. ISSN 0194-2638. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01942638.2017.1337663>
80. HUNG, Ya-Ching, Lorenzo CASERTANO, Andrew HILLMAN a Andrew M. GORDON. The effect of intensive bimanual training on coordination of the hands in children with congenital hemiplegia. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2011, **32**(6), 2724-2731 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.ridd.2011.05.038. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422211002241>
81. KANG, Nyeonju a James H. CAURAUGH. Force control improvements in chronic stroke: bimanual coordination and motor synergy evidence after coupled bimanual movement training. *Experimental Brain Research* [online]. 2014, **232**(2), 503-513 [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1007/s00221-013-3758-z. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-013-3758-z>

82. KANG, Nyeonju, Jerelyne IDICA, Bhullar AMITOJ a James H CAURAUGH. Motor recovery patterns in arm muscles: coupled bilateral training and neuromuscular stimulation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2014, **11**(1), 57- [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1186/1743-0003-11-57. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-11-57>
83. KANG, Nyeonju a James H. CAURAUGH. Bilateral synergy as an index of force coordination in chronic stroke. *Experimental Brain Research* [online]. 2017, **235**(5), 1501-1509 [cit. 2018-06-10]. DOI: 10.1007/s00221-017-4904-9. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-017-4904-9>
84. KENDALL FP, EK McCreary a PG Provance PG. *Muscles: Testing and Function*. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1993
85. KIM, Yeon-Ju, Jin-Kyung KIM a So-Yeon PARK. Effects of modified constraint-induced movement therapy and functional bimanual training on upper extremity function and daily activities in a patient with incomplete spinal cord injury: a case study. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2015, **27**(12), 3945-3946 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1589/jpts.27.3945. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/12/27_jpts-2015-686/_article
86. KNAPP, H.D., Edward TAUB a A.J. BERMAN. Movements in monkeys with deafferented forelimbs. *Experimental Neurology* [online]. 1963, **7**(4), 305-315 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/0014-4886(63)90077-3. ISSN 00144886. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0014488663900773>
87. KOKSAL, Vaner a Ozcan YAVASI. Controversies in the differential diagnosis of Brown-Sequard syndrome due to cervical spinal disease from stroke: A case series. *Turkish Journal of Emergency Medicine* [online]. 2017, **17**(3), 115-120 [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.1016/j.tjem.2017.05.002. ISSN 24522473. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2452247317300031>
88. KOLLEN, B. J., S. LENNON, B. LYONS, et al. The Effectiveness of the Bobath Concept in Stroke Rehabilitation: What is the Evidence?. *Stroke* [online]. 2009, **40**(4), e89-e97 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.533828. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.108.533828>
89. KWAKKEL, Gert, Janne M VEERBEEK, Erwin E H VAN WEGEN a Steven L WOLF. Constraint-induced movement therapy after stroke. *The Lancet Neurology* [online]. 2015, **14**(2), 224-234 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/S1474-4422(14)70160-7. ISSN 14744422. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442214701607>
90. LAM-DAMJI, Sophie, Linda FAY a Yvonne NG. A Practical Guide to Implementing Constraint Therapy and Bimanual Training. *Holland Bloorview: Kids Rehabilitation Hospital* [online]. Canada, 2016 [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: http://hollandbloorview.ca/Assets/Centres%20for%20Leadership/2014-15%20projects/FINAL%20CIMT%20Manual%20Oct%202029_2016.pdf
91. LANGHORNE, Peter, Fiona COUPAR a Alex POLLOCK. Motor recovery after stroke: a systematic review. *The Lancet Neurology* [online]. 2009, **8**(8), 741-754 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1016/S1474-4422(09)70150-4. ISSN 14744422. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442209701504>
92. LATIMER, Christopher Paul, Justine KEELING, Broderick LIN, Meredith HENDERSON a Leigh Anne HALE. The impact of bilateral therapy on upper limb function after chronic stroke: a systematic review. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2010, **32**(15), 1221-1231 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.3109/09638280903483877. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09638280903483877>
93. LAW, Mary, Sue BAPTISTE, Anne CARSWELL, Mary Ann McCOLL, Helene POLATAJKO a Nancy POLLOCK. *Kanadské hodnocení výkonu zaměstnávání*. Praha: Česká asociace ergoterapeutů, c2008. ISBN 9788025427446.
94. LEE, DongJin, MyungMo LEE, KyoungJin LEE a ChangHo SONG. Asymmetric Training Using Virtual Reality Reflection Equipment and the Enhancement of Upper Limb Function in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. 2014, **23**(6), 1319-1326 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.11.006. ISSN 10523057. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1052305713004722>
95. LEONARDIS, Daniele, Michele BARSOTTI, Claudio LOCONSOLE, et al. An EMG-Controlled Robotic Hand Exoskeleton for Bilateral Rehabilitation. *IEEE Transactions on Haptics* [online]. 2015, **8**(2), 140-151 [cit. 2018-04-17]. DOI: 10.1109/TOH.2015.2417570. ISSN 1939-1412. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7072553/>
96. LF 1 UK. Linkovací server. *Ústřední knihovna: Univerzita Karlova* [online]. Knihovna UK v Praze, 2015 [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://knihovna.cuni.cz/rozcestnik/linkovaci-server-sfx>

97. LIAO, Wan-wen, Ching-yi WU, Yu-wei HSIEH, Keh-chung LIN a Wan-ying CHANG. Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation on daily function and real-world arm activity in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2012, **26**(2), 111-120 [cit. 2018-04-15]. DOI: 10.1177/0269215511416383. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215511416383>
98. LIMA, Renata C. M., Lucas R. NASCIMENTO, Stella M. MICHAELSEN, Janaine C. POLESE, Natália D. PEREIRA a Luci F. TEIXEIRA-SALMELA. Influences of hand dominance on the maintenance of benefits after home-based modified constraint-induced movement therapy in individuals with stroke. *Brazilian Journal of Physical Therapy* [online]. 2014, **18**(5), 435-444 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0050. ISSN 1413-3555. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-35552014000500435&lng=en&nrm=iso&tlng=en
99. LIPPERT-GRÜNER, Marcela. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-7262-317-6.
100. LUFT, Andreas R., Sandy MCCOMBE-WALLER, Jill WHITALL, et al. Repetitive Bilateral Arm Training and Motor Cortex Activation in Chronic Stroke. *JAMA* [online]. 2004, **292**(15), 1853- [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1001/jama.292.15.1853. ISSN 0098-7484. Dostupné z: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.292.15.1853>
101. LUM Peter S, DJ REINKENSMEYER a SL LEHMAN. Robotic assist devices for bimanual physical therapy: preliminary experiments. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*; 1(3); 1993. p.185-191
102. LUM, Peter S., Charles G. BURGAR, Peggy C. SHOR, Matra MAJMUNDAR a Machiel VAN DER LOOS. Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2002, **83**(7), 952-959 [cit. 2018-04-09]. DOI: 10.1053/apmr.2001.33101. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999302000114>
103. LUM, Peter S., Charles G. BURGAR, Machiel VAN DER LOOS, Peggy C. SHOR, Matra MAJMUNDAR a Ruth YAP. MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: A follow-up study. *Journal of Rehabilitation Research* [online]. 2006, **43**(5), 631-642 [cit. 2018-04-09]. ISSN 07487711. Dostupné z: <https://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/5/Lum.html>
104. LYLE, R.C. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. *International Journal of Rehabilitation Research* [online]. 1981, **4**(4), 483 - 492 [cit. 2018-06-05]. DOI: 10.1097/00004356-198112000-00001. ISSN 14735660. Dostupné z: https://journals.lww.com/intjrehabilres/Citation/1981/12000/A_performance_test_for_assessment_of_upper_limb.1.aspx
105. MAREŠ, Jiří. Přehledové studie: jejich typologie, funkce a způsob vytváření. *Pedagogická orientace* [online]. 2013, **23**(4), 427-454 [cit. 2018-06-14]. DOI: 10.5817/PedOr2013-4-427. ISSN 12114669. Dostupné z: <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/696>
106. MCCOMBE WALLER, Sandy a Jill WHITALL. Hand dominance and side of stroke affect rehabilitation in chronic stroke. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2005, **19**(5), 544-551 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1191/0269215505cr829oa. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215505cr829oa>
107. MCCOMBE WALLER, Sandy a Jill WHITALL. Bilateral arm training: Why and who benefits?. *NeuroRehabilitation* [online]. 2008, **23**(1), 29-41 [cit. 2018-04-04]. ISSN 10538135. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953420/>
108. MCDERMOTT, Annabel a Nicol KORNER-BITENSKY. BILATERAL ARM TRAINING. *STROKE ENGINE: Canadian Partnership for Stroke Recovery* [online]. 2012. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://www.strokeengine.ca/en/intervention/bilateral-arm-training/>
109. MAHONEY, Richard M., H. F. Machiel VAN DER LOOS, Peter S. LUM a Chuck BURGAR. Robotic stroke therapy assistant. *Robotica* [online]. 2003, **21**(01), - [cit. 2018-04-09]. DOI: 10.1017/S0263574702004617. ISSN 0263-5747. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0263574702004617
110. MCCOMBE WALLER, Sandy, Larry FORRESTER, Federico VILLAGRA a Jill WHITALL. Intracortical inhibition and facilitation with unilateral dominant, unilateral nondominant and bilateral movement tasks in left- and right-handed adults. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2008, **269**(1-2), 96-104 [cit. 2018-04-15]. DOI: 10.1016/j.jns.2007.12.033. ISSN 0022510X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X07008234>
111. MATHIOWETZ, V., G. VOLLAND, N. KASHMAN a K. WEBER. Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *The American journal of occupational therapy: official publication of*

- the American Occupational Therapy Association* [online]. 1985, **39**(6), 386 - 391 [cit. 2018-04-23]. ISSN 02729490. Dostupné z: <https://ajot.aota.org/article.aspx?articleid=1884839>
112. MEDICINENET. Medical Definition of Therapy. *MedicineNet.com* [online]. 2016 [cit. 2018-05-29]. Dostupné z: <https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=10897>
113. MEI TOH, Sharon Fong a Kenneth N.K. FONG. Systematic Review on the Effectiveness of Mirror Therapy in Training Upper Limb Hemiparesis after Stroke. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy* [online]. 2012, **22**(2), 84-95 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1016/j.hkjot.2012.12.009. ISSN 15691861. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1569186112000472>
114. MENG, Guilin, Xiuling MENG, Yan TAN, Jia YU, Aiping JIN, Yanxin ZHAO a Xueyuan LIU. Short-term Efficacy of Hand-Arm Bimanual Intensive Training on Upper Arm Function in Acute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Neurology* [online]. 2018, **8**, - [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.3389/fneur.2017.00726. ISSN 1664-2295. Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2017.00726/full>
115. MICHIELSEN, M. E., M. SMITS, G. M. RIBBERS, H. J. STAM, J. N. VAN DER GEEST, J. B. J. BUSSMANN a R. W. SELLES. The neuronal correlates of mirror therapy: an fMRI study on mirror induced visual illusions in patients with stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 2011, **82**(4), 393-398 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1136/jnnp.2009.194134. ISSN 0022-3050. Dostupné z: <http://jnnp.bmj.com/cgi/doi/10.1136/jnnp.2009.194134>
116. MİRROREDMOTIONWORKS. *THE MİRRORED MOTION BIMANUAL ARM TRAINER* [online]. © Mirrored Motion Works, 2016 [cit. 2018-06-07]. Dostupné z: <http://www.mirroredmotionworks.com/bimanual-arm-trainer/>
117. MORRIS, Jacqui H., Frederike VAN WIJCK, Sara JOICE, Simon A. OGSTON, Ingrid COLE a Ronald S. MACWALTER. A Comparison of Bilateral and Unilateral Upper-Limb Task Training in Early Poststroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2008, **89**(7), 1237-1245 [cit. 2018-06-03]. DOI: 10.1016/j.apmr.2007.11.039. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999308002128>
118. MUDIE, M. a A. MATYAS. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke?. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2000, **22**(1-2), 23 - 37 [cit. 2018-03-20]. ISSN 09638288. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/c99c/3f4a548e7415aeb9ac0d30242a8b987e700c.pdf>
119. NOBLE, Jeremy W., Janice J. ENG a Lara A. BOYD. Bilateral motor tasks involve more brain regions and higher neural activation than unilateral tasks: an fMRI study. *Experimental Brain Research* [online]. 2014, **232**(9), 2785-2795 [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.1007/s00221-014-3963-4. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-014-3963-4>
120. NAKAMURA, Ryuchi a Sanae MORIYAMA. *MANUAL FUNCTION TEST (MFT) AND FUNCTIONAL OCCUPATIONAL THERAPY FOR STROKE PATIENTS* [online]. 2000 [cit. 2018-06-29]. Dostupné z: <http://www.rehab.go.jp/english/whoclbc/pdf/E08.pdf>
121. NAYLOR, C.E. a E. BOWER. Modified constraint-induced movement therapy for young children with hemiplegic cerebral palsy: A pilot study. *Developmental Medicine and Child Neurology* [online]. 2005, **47**(6), 365 - 369 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1017/S0012162205000721. ISSN 00121622.
122. NEVA, Jason L., Wynn LEGON a W. Richard STAINES. Primary motor cortex excitability is modulated with bimanual training. *Neuroscience Letters* [online]. 2012, **514**(2), 147-151 [cit. 2018-06-04]. DOI: 10.1016/j.neulet.2012.02.075. ISSN 03043940. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304394012003011>
123. NEVA, Jason L., Michael VESIA, Amaya M. SINGH a W. Richard STAINES. Modulation of left primary motor cortex excitability after bimanual training and intermittent theta burst stimulation to left dorsal premotor cortex. *Behavioural Brain Research* [online]. 2014, **261**, 289-296 [cit. 2018-06-07]. DOI: 10.1016/j.bbr.2013.12.029. ISSN 01664328. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166432813007729>
124. NEVA, Jason L., Amaya M. SINGH, Michael VESIA a W. Richard STAINES. Selective modulation of left primary motor cortex excitability after continuous theta burst stimulation to right primary motor cortex and bimanual training. *Behavioural Brain Research* [online]. 2014, **269**, 138-146 [cit. 2018-06-08]. DOI: 10.1016/j.bbr.2014.04.041. ISSN 01664328. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0166432814002599>
125. *Online Etymology Dictionary*. Training [online]. Douglas Harper. All rights reserved., ©2001-2018 [cit. 2018-06-11]. Dostupné z: <https://www.etymonline.com/word/training>
126. *Online Etymology Dictionary*. Method [online]. Douglas Harper. All rights reserved. ©2001-2018 [cit. 2018-06-11]. Dostupné z: <https://www.etymonline.com/word/method>

127. Oxford Dictionaries: Activity. *English Oxford living dictionaries: Dictionary* [online]. Great Britain: Oxford University Press, 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/activity>
128. Oxford Dictionaries: Approach. *English Oxford living dictionaries: Dictionary* [online]. UK: Oxford University Press, 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/approach>
129. Oxford Dictionaries: Protocol. *English Oxford living dictionaries: Dictionary* [online]. UK: Oxford University Press, 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/protocol>
130. Oxford Dictionaries: Technique. *English Oxford living dictionaries: Dictionary* [online]. UKin: Oxford University Press, 2017 [cit. 2017-12-17]. Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/technique>
131. Oxford Dictionaries: Therapy. *English: Oxford Living Dictionaries* [online]. UK, 2018 [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/therapy>
132. PAGE, Stephen J, SueAnn SISTO, Peter LEVINE a Robert E MCGRATH. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2004, **85**(1), 14-18 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/S0003-9993(03)00481-7. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999303004817> POUZE ABSTRAKT
133. PANDIAN, Shanta, Kamal Narayan ARYA a Dharmendra KUMAR. Effect of motor training involving the less-affected side (MTLA) in post-stroke subjects: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 2015, **22**(5), 357-367 [cit. 2018-05-14]. DOI: 10.1179/1074935714Z.00000000022. ISSN 1074-9357. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1179/1074935714Z.00000000022>
134. PANNUCCI, Christopher J. a Edwin G. WILKINS. Identifying and Avoiding Bias in Research. *Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 2010, **126**(2), 619-625 [cit. 2018-06-17]. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181de24bc. ISSN 0032-1052. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006534-201008000-00034>
135. PELLEGRINO DI, G., L. FADIGA, L. FOGASSI, V. GALLESE a G. RIZZOLATTI. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Experimental Brain Research* [online]. 1992, **91**(1), 176-180 [cit. 2018-06-11]. DOI: 10.1007/BF00230027. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF00230027>
136. PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5.
137. PFEIFFER, Jan. *Ergoterapie II: učební text pro střední zdravotnické školy, studijní obor rehabilitační pracovník*. Brno: Institut pro další vzdělávání středních zdravotnických pracovníků, 1989. ISBN 80-7013-020-2.
138. PHYSIOPEdia. Bobath Approach. *Physiopedia* [online]. UK [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Bobath_Approach
139. PHYSIOPEdia. Box and Block Test. *Physio-pedia* [online]. United Kingdom [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Box_and_Block_Test
140. PHYSIOPEdia. Constraint Induced Movement Therapy. *Physiopedia* [online]. UK [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Constraint_Induced_Movement_Therapy
141. PHYSIOPEdia. Fugl-Meyer Assessment of Motor Recovery after Stroke. *Physiopedia* [online]. United Kingdom [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Fugl-Meyer_Assessment_of_Motor_Recovery_after_Stroke
142. PHYSIOPEdia. Functional Independence Measure (FIM). *Physiopedia* [online]. United Kingdom [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: [https://www.physio-pedia.com/Functional_Independence_Measure_\(FIM\)](https://www.physio-pedia.com/Functional_Independence_Measure_(FIM))
143. PHYSIOPEdia. Motor Assessment Scale. *Physiopedia* [online]. UK [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Motor_Assessment_Scale
144. PHYSIOPEdia. DASH outcome Measure. *Physiopedia* [online]. UK [cit. 2018-06-03]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/DASH_Outcome_Measure
145. POLATAJKO, Helene J., Angela D. MANDICH, Cheryl MISSIUNA, Linda T. MILLER, Jennifer J. MACNAB, Theresa MALLOY-MILLER a Elizabeth A. KINSELLA. Cognitive Orientation to Daily Occupational Performance (CO-OP): Part III-The Protocol in Brief. *Physical* [online]. 2000, **20**(2/3), 107 [cit. 2018-06-04]. ISSN 01942638. Dostupné také z: <http://www.ergogrep.ch/medias/files/2001-a-description.protocol.co-op.pdf>
146. POLLOCK, Alex, Sybil E FARMER, Marian C BRADY, Peter LANGHORNE, Gillian E MEAD, Jan MEHRHOLZ a Frederike VAN WIJCK. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. , - [cit. 2018-03-20]. DOI:

- 10.1002/14651858.CD010820.pub2. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD010820.pub2>
147. POOLE Janet a Susan L Whitney. Motor assessment scale for stroke patients: concurrent validity and interrater reliability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69: 195-197. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/19807037_Motor_assessment_scale_for_stroke_patients_Concurrent_validity_and_interrater_reliability
 148. PSYCHOULI, Pavlina a Colin R. KENNEDY. Modified Constraint-Induced Movement Therapy as a Home-Based Intervention for Children With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy* [online]. 2016, **28**(2), 154-160 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1097/PEP.0000000000000227. ISSN 0898-5669. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00001577-201628020-00003>
 149. RAGHAVAN, Preeti, Viswanath ALURU, Sina MILANI, Peter THAI, Daniel GELLER, Seda BILALOGLU, Ying LU a Donald J WEISZ. Coupled Bimanual Training Using a Non-Powered Device for Individuals with Severe Hemiparesis: A Pilot Study. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2017, **05**(03), - [cit. 2018-03-21]. DOI: 10.4172/2329-9096.1000404. ISSN 23299096. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/coupled-bimanual-training-using-a-nonpowered-device-for-individuals-withsevere-hemiparesis-a-pilot-study-2329-9096-1000404.php?aid=89113>
 150. RAHMAN, Md Akhlaquor a Adel AL-JUMAILY. Design and Development of a Hand Exoskeleton for Rehabilitation Following Stroke. *Procedia Engineering* [online]. 2012, **41**, 1028-1034 [cit. 2018-04-17]. DOI: 10.1016/j.proeng.2012.07.279. ISSN 18777058. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705812026793>
 151. RAMACHANDRAN, V. S. a D. ROGERS-RAMACHANDRAN. Synaesthesia in Phantom Limbs Induced with Mirrors. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* [online]. 1996, **263**(1369), 377-386 [cit. 2018-06-11]. DOI: 10.1098/rspb.1996.0058. ISSN 0962-8452. Dostupné z: <http://rspb.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rspb.1996.0058>
 152. REHAB-SCALES. ABILHAND: a measure of manual ability for adults with upper limb impairment. *Rehab-Scales.org* [online]. ©2007, 2007 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: <http://www.rehab-scales.org/abilhand.html>
 153. REHASTIM MEDTEC. Bi-Manu-Track. *RehaStim: Medtec* [online]. © Copyright by Reha-Stim Medtec AG 2018 [cit. 2018-06-12]. Dostupné z: <https://www.reha-stim.com/en/product/bi-manu-track/>
 154. RENNERT, Caroline I.E., Hartwig WOLDAG, Ruska ATANASOVA a Horst HUMMELSHEIM. Change of facilitation during voluntary bilateral hand activation after stroke. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2005, **239**(1), 25-30 [cit. 2018-06-05]. DOI: 10.1016/j.jns.2005.07.005. ISSN 0022510X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X05002662>
 155. RICHARDS, Lorie G., Claudia R. SENESAC, Sandra B. DAVIS, Michelle L. WOODBURY a Stephen E. NADEAU. Bilateral Arm Training With Rhythmic Auditory Cueing in Chronic Stroke: Not Always Efficacious. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2007, **22**(2), 180-184 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1177/1545968307305355. ISSN 1545-9683. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968307305355>
 156. RODRIGUES, Leticia Cardoso, Nayara Correa FARIAS, Raquel Pinheiro GOMES a Stella Maris MICHAELSEN. Feasibility and effectiveness of adding object-related bilateral symmetrical training to mirror therapy in chronic stroke: A randomized controlled pilot study. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 2016, **32**(2), 83-91 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.3109/09593985.2015.1091872. ISSN 0959-3985. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/09593985.2015.1091872>
 157. RONG, W., K. Y. TONG, X. L. HU a N. S. K. HO. Combined Electromyography(EMG)-driven robotic system with Functional Electrical Stimulation (FES) for rehabilitation. In: *2012 38th Annual Northeast Bioengineering Conference (NEBEC)* [online]. IEEE, 2012, 2012, s. 313-314 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1109/NEBEC.2012.6207090. ISBN 978-1-4673-1142-7. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6207090/>
 158. ROSE, Dorian K. a Carolee J. WINSTEIN. Bimanual Training After Stroke: Are Two Hands Better Than One?. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 2004, **11**(4), 20-30 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1310/XAUM-LPBM-0RXD-RLDK. ISSN 1074-9357. Dostupné z: <http://thomasland.metapress.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1310/XAUM-LPBM-0RXD-RLDK>
 159. ROSSINI, P. M. Does cerebrovascular disease affect the coupling between neuronal activity and local haemodynamics?. *Brain* [online]. 2004, **127**(1), 99-110 [cit. 2018-04-18]. DOI: 10.1093/brain/awh012. ISSN 1460-2156. Dostupné z: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awh012>
 160. SAINBURG, RL, D. GOOD a A. Przybyla. "Bilateral Synergy: A Framework for Post-Stroke Rehabilitation." *Journal of neurology & translational neuroscience* [online] 1.3 (2013): 1025. Print Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984050/>

161. SAKZEWSKI, Leanne, Sarah REEDMAN a Tammy HOFFMANN. Do we really know what they were testing? Incomplete reporting of interventions in randomised trials of upper limb therapies in unilateral cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2016, **59**, 417-427 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1016/j.ridd.2016.09.018. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422216302153>
162. SAKZEWSKI, Leanne, Stacey CARLON, Nora SHIELDS, Jennny ZIVIANI, Roberts WARE a Roslyn N BOYD. Impact of intensive upper limb rehabilitation on quality of life: a randomized trial in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2012, **54**(5), 415-423 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2012.04272.x. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2012.04272.x>
163. SAKZEWSKI, Leanne, Laura MILLER, Jenny ZIVIANI, David F ABBOTT, Stephen ROSE, Richard A L MACDONELL a Roslyn N BOYD. Randomized comparison trial of density and context of upper limb intensive group versus individualized occupational therapy for children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2015, **57**(6), 539-547 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1111/dmcn.12702. ISSN 00121622. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/dmcn.12702>
164. SAKZEWSKI, Leanne, Kerry PROVAN, Jenny ZIVIANI a Roslyn N. BOYD. Comparison of dosage of intensive upper limb therapy for children with unilateral cerebral palsy: How big should the therapy pill be?. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2015, **37**, 9-16 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1016/j.ridd.2014.10.050. ISSN 08914222. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891422214004648>
165. SAKZEWSKI, Leanne, Jenny ZIVIANI a Roslyn N. BOYD. Efficacy of Upper Limb Therapies for Unilateral Cerebral Palsy: A Meta-analysis. *Pediatrics* [online]. 2014, **133**(1), e175-e204 [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1542/peds.2013-0675. ISSN 0031-4005. Dostupné z: <http://pediatrics.aappublications.org/lookup/doi/10.1542/peds.2013-0675>
166. SAKZEWSKI, Leanne. Bimanual therapy and constraint-induced movement therapy are equally effective in improving hand function in children with congenital hemiplegia. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2012, **58**(1), 59- [cit. 2018-06-09]. DOI: 10.1016/S1836-9553(12)70075-9. ISSN 18369553. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1836955312700759>
167. SAMPSON, Michael, Yio-wha SHAU a Marcus JAMES KING. Bilateral upper limb trainer with virtual reality for post-stroke rehabilitation: case series report. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. 2010, **7**(1), 55-62 [cit. 2018-04-09]. DOI: 10.3109/17483107.2011.562959. ISSN 1748-3107. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/17483107.2011.562959>
168. SAMUELKAMALESHKUMAR, Selvaraj, Stephen REETHAJANETSUREKA, Paul PAULJEBARAJ, Bright BENSHAMIR, Sanjeev Manasseh PADANKATTI a Judy Ann DAVID. Mirror Therapy Enhances Motor Performance in the Paretic Upper Limb After Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2014, **95**(11), 2000-2005 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1016/j.apmr.2014.06.020. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999314004997>
169. CSC.ABZ.CZ. Slovník cizích slov. *Slovník cizích slov: CSC.ABZ.cz* [online]. [cit. 2018-06-06]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/terapie>
170. CSC.ABZ.CZ. Slovník cizích slov. *Slovník cizích slov: CSC.ABZ.cz* [online]. [cit. 2018-06-06]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/priming>
171. SAEBO. The Brunnstrom Stages of Stroke Recovery. *Seabo* [online]. 2015 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: <https://www.saebo.com/the-stages-of-stroke-recovery/>
172. SENESAC, Claudia, Sandra B. DAVIS a Lorie G. RICHARDS. Generalization of repetitive bilateral training in stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2006, **30**(4), 206-207 [cit. 2018-04-12]. DOI: 10.1097/01.NPT.0000281291.77000.7f. ISSN 1557-0576. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01253086-200612000-00039>
173. SENESAC, Claudia R., Sandra DAVIS a Lorie RICHARDS. Generalization of a modified form of repetitive rhythmic bilateral training in stroke. *Human Movement Science* [online]. 2010, **29**(1), 137-148 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.humov.2009.05.004. ISSN 01679457. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945709000682>
174. SETHY, Damayanti, Pankaj BAJPAI, Eva Snehlata KUJUR, Kshanaprava MOHAKUD a Surjeet SAHOO. Effectiveness of Modified Constraint Induced Movement Therapy and Bilateral Arm Training on Upper Extremity Function after Chronic Stroke: A Comparative Study. *Open Journal of Therapy and Rehabilitation* [online]. 2016, **04**(01), 1-9 [cit. 2018-03-28]. DOI: 10.4236/ojtr.2016.41001. ISSN 2332-1822. Dostupné z: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ojtr.2016.41001>
175. SLEIMEN-MALKOUN, Rita, Jean-Jacques TEMPRADO, Laurent THEFENNE a Eric BERTON. Bimanual training in stroke: How do coupling and symmetry-breaking matter?. *BMC*

- Neurology* [online]. 2011, **11**(1), - [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1186/1471-2377-11-11. ISSN 1471-2377. Dostupné z: <http://bmcnneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-11-11>
176. SHI, Yue X., Jin H. TIAN, Ke H. YANG a Yue ZHAO. Modified Constraint-Induced Movement Therapy Versus Traditional Rehabilitation in Patients With Upper-Extremity Dysfunction After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2011, **92**(6), 972-982 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1016/j.apmr.2010.12.036. ISSN 00039993. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399931100022>
 177. SHIM, Sunhwa a Jinhwa JUNG. Effects of bilateral training on motor function, amount of activity and activity intensity measured with an accelerometer of patients with stroke. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2015, **27**(3), 751-754 [cit. 2018-04-23]. DOI: 10.1589/jpts.27.751. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/3/27_jpts-2014-585/_article
 178. SHENG, Bo, Yanxin ZHANG, Wei MENG, Chao DENG a Shengquan XIE. Bilateral robots for upper-limb stroke rehabilitation: State of the art and future prospects. *Medical Engineering & Physics* [online]. 2016, **38**(7), 587-606 [cit. 2018-04-09]. DOI: 10.1016/j.medengphy.2016.04.004. ISSN 13504533. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350453316300480>
 179. SHRINERS HOSPITALS FOR CHILDREN. *SHRINERS HOSPITAL UPPER EXTREMITY EVALUATION (SHUEE)* [online]. 2005, 2008 [cit. 2018-05-29]. Dostupné z: <http://shrinerschchildrens.org/wp-content/uploads/2017/11/printable-version.pdf>
 180. SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie H. WOOLLACOTT. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c2001. ISBN 9780683306439.
 181. SONG, Gui Bin. The effects of task-oriented versus repetitive bilateral arm training on upper limb function and activities of daily living in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2015, **27**(5), 1353-1355 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1589/jpts.27.1353. ISSN 0915-5287. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/5/27_jpts-2014-784/_article
 182. STAINES, W.R., W.E. MCILROY, S.J. GRAHAM a S.E. BLACK. Bilateral movement enhances ipsilesional cortical activity in acute stroke: A pilot functional MRI study. *Neurology* [online]. 2001, **56**(3), 401 - 404 [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1212/WNL.56.3.401. ISSN 00283878. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/f84e/505ceec89212baab63a77acf70c55feb05c0.pdf>
 183. STEVENS, Jennifer A. a Mary ELLEN PHILLIPS STOYKOV. Simulation of Bilateral Movement Training Through Mirror Reflection: A Case Report Demonstrating an Occupational Therapy Technique for Hemiparesis. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 2015, **11**(1), 59-66 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1310/GCFE-QA7A-2D24-KHRU. ISSN 1074-9357. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/GCFE-QA7A-2D24-KHRU>
 184. STEWART, Ashley M., Christopher G. PRETTY, Mark ADAMS a XiaoQi CHEN. Review of Upper Limb Hybrid Exoskeletons. *IFAC-PapersOnLine* [online]. 2017, **50**(1), 15169-15178 [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2266. ISSN 24058963. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2405896317330616>
 185. STEWART, Kim C., James H. CAURAUGH a Jeffery J. SUMMERS. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2006, **244**(1-2), 89-95 [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.1016/j.jns.2006.01.005. ISSN 0022510X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X06000104>
 186. STINEAR, Cathy M., P. Alan BARBER, James P. COXON, Melanie K. FLEMING a Winston D. BYBLOW. Priming the motor system enhances the effects of upper limb therapy in chronic stroke. *Brain* [online]. 2008, **131**(5), 1381-1390 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1093/brain/awn051. ISSN 1460-2156. Dostupné z: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awn051>
 187. STINEAR, Cathy M., Matthew A. PETOE, S. ANWAR, P. Alan BARBER a Winston D. BYBLOW. Bilateral Priming Accelerates Recovery of Upper Limb Function After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Stroke* [online]. 2013, **45**(1), 205-210 [cit. 2018-03-25]. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003537. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/STROKEAHA.113.003537>
 188. STINEAR, W. James a Winston D. BYBLOW. Disinhibition in the human motor cortex is enhanced by synchronous upper limb movements. *The Journal of Physiology* [online]. 2002, **543**(1), 307-316 [cit. 2018-04-04]. DOI: 10.1113/jphysiol.2002.023986. ISSN 00223751. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2002.023986>
 189. STOYKOV, Mary Ellen a James W. STINEAR. Active-Passive Bilateral Therapy as a Priming Mechanism for Individuals in the Subacute Phase of Post-Stroke Recovery. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* [online]. 2010, **89**(11), 873-878 [cit. 2018-03-25]. DOI: 10.1097/PHM.0b013e3181f1c31c. ISSN 0894-9115. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00002060-201011000-00003>

190. STOKOV, Mary Ellen a Daniel M. CORCOS. A review of bilateral training for upper extremity hemiparesis. *Occupational Therapy International* [online]. 2009, **16**(3-4), 190-203 [cit. 2018-03-25]. DOI: 10.1002/oti.277. ISSN 09667903. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/oti.277>
191. STOKOV, Mary Ellen, Gwyn N. LEWIS a Daniel M. CORCOS. Comparison of Bilateral and Unilateral Training for Upper Extremity Hemiparesis in Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* [online]. 2009, **23**(9), 945-953 [cit. 2018-05-13]. DOI: 10.1177/1545968309338190. ISSN 1545-9683. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968309338190>
192. STROKE CENTER ORG. *Action Research Arm Test* [online]. [cit. 2018-06-05]. Dostupné z: http://www.strokecenter.org/wp-content/uploads/2011/08/action_research_arm_test.pdf
193. SUMMERS, Jeffery J., Florian A. KAGERER, Michael I. GARRY, Cynthia Y. HIRAGA, Andrea LOFTUS a James H. CAURAUGH. Bilateral and unilateral movement training on upper limb function in chronic stroke patients: A TMS study. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 2007, **252**(1), 76-82 [cit. 2018-03-26]. DOI: 10.1016/j.jns.2006.10.011. ISSN 0022510X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022510X06004874>
194. SUNDERLAND, Alan a Anna TUKE. Neuroplasticity, learning and recovery after stroke: A critical evaluation of constraint-induced therapy. *Neuropsychological Rehabilitation* [online]. 2005, **15**(2), 81-96 [cit. 2018-04-21]. DOI: 10.1080/09602010443000047. ISSN 0960-2011. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09602010443000047>
195. ŠVAŘÍČEK, Roman a Klára ŠEDOVÁ. *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0644-6.
196. ŠVESTKOVÁ, Olga, Yvona ANGEROVÁ, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.
197. *Tailwind: Arm Rehabilitation Device* [online]. [cit. 2018-06-17]. Dostupné z: <http://www.tailwindtherapy.com/tailwinds-proven-technology/history-of-tailwind.php>
198. TAUB, Edward, Gitendra USWATTE a Rama PIDIKITI. Constraint-induced Movement Therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation - A clinical review. *Journal of Rehabilitation Research and Development* [online]. 1999, **36**(3), 237 - 251 [cit. 2018-03-20]. ISSN 07487711.
199. TAUB Edward, Gitendra USWATTE, MARK VW a MORRIS DM. The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. *Europa Medicophysica* [online]. 2006, **42**(3), 241-56 [cit. 2018-03-20]. ISSN 00142573
200. TAUB, Edward, Gitendra USWATTE a Thomas ELBERT. New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2002, **3**(3), 228-236 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1038/nrn754. ISSN 1471-003X. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/nrn754>
201. TEKIN, Fatih, Erdogan KAVLAK, Ugur CAVLAK a Filiz ALTUG. Effectiveness of Neuro-Developmental Treatment (Bobath Concept) on postural control and balance in Cerebral Palsied children. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. 2018, **31**(2), 397-403 [cit. 2018-06-12]. DOI: 10.3233/BMR-170813. ISSN 18786324. Dostupné z: <http://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/BMR-170813>
202. THE INTERNATIONAL CO-OP ACADEMY™. The CO-OP Approach. *THE CO-OP APPROACH: Enabling Skilled Living* [online]. Canada: THE INTERNATIONAL CO-OP ACADEMY™ [cit. 2018-06-04]. Dostupné z: <http://co-opacademy.ca/about-co-op/the-co-op-approach/>
203. TRLEP, Matic, Matjaž MIHELJ a Marko MUNIH. Skill transfer from symmetric and asymmetric bimanual training using a robotic system to single limb performance. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2012, **9**(1), 43- [cit. 2018-04-10]. DOI: 10.1186/1743-0003-9-43. ISSN 1743-0003. Dostupné z: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-9-43>
204. TUČEK Jan. Transkraniální magnetická stimulace. *Psychiatrie pro praxi* [online]. 2002, **7**(3), 3, 121-123. Dostupné z: <https://www.psychiatriepropraxi.cz/pdfs/psy/2002/03/07.pdf>
205. TURNER-STOKES, Lynne. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2009, **23**(4), 362-370 [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1177/0269215508101742. ISSN 0269-2155. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215508101742>
206. TURTON, A., S. WROE, N. TREPTE, C. FRASER a R.N. LEMON. Contralateral and ipsilateral EMG responses to transcranial magnetic stimulation during recovery of arm and hand function after stroke. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control* [online]. 1996, **101**(4), 316-328 [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1016/0924-980X(96)95560-5. ISSN 0924980X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0924980X96955605>
207. UNIVERSITY OF TORONTO. CO-OP I – Introduction. *Occupational Science & Occupational Therapy: University of Toronto* [online]. Canada: Department of Occupational Science & Occupational Therapy, University of Toronto, 2015 [cit. 2018-06-04].

208. UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. Medical Library: Databases for Searching. *University of Cambridge* [online]. 2018 [cit. 2018-06-17]. Dostupné z: <https://library.medschl.cam.ac.uk/research-support/databases>
209. UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON. Libraries: Top 10 Databases. *University of Wisconsin-Madison* [online]. 2018 [cit. 2018-06-17]. Dostupné z: <https://www.library.wisc.edu/find/top-10-databases/>
210. *Universum: všeobecná encyklopedie*. Praha: Euromedia Group - Odeon, 2000. ISBN 80-207-1061-2.
211. UAB CI THERAPY RESEARCH GROUP. Motor Activity Log (MAL) Manual: UAB CI Therapy Research Group. University of Alabama and Birmingham [online]. 2011 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z: https://www.uab.edu/citherapy/images/pdf_files/CIT_Training_MAL_manual.pdf
212. VAN DELDEN, A. (Lex) E. Q., C. (Lieke) E. PEPPER, Gert KWAKKEL a Peter J. BEEK. A Systematic Review of Bilateral Upper Limb Training Devices for Poststroke Rehabilitation. *Stroke Research and Treatment* [online]. 2012, **2012**, 1-17 [cit. 2018-06-07]. DOI: 10.1155/2012/972069. ISSN 2090-8105. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/srt/2012/972069/>
213. VAN DER LEE, J. H., R. C. WAGENAAR, G. J. LANKHORST, T. W. VOGELAAR, W. L. DEVILLE a L. M. BOUTER. Forced Use of the Upper Extremity in Chronic Stroke Patients: Results From a Single-Blind Randomized Clinical Trial. *Stroke* [online]. 1999, **30**(11), 2369-2375 [cit. 2018-06-17]. DOI: 10.1161/01.STR.30.11.2369. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.30.11.2369>
214. VAŘEKA, Ivan et al. 3D Kinematická analýza. *Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu* [online]. UPOL, Projekt : Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu, 2012 [cit. 2018-06-05]. Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/poloka-menu-2/o-metod>
215. VERKAAIK, Julian Kyle, Jason MURRAY, Nicholls MARCUS, James KING a Joseph John OLSON. Rehabilitative training devices for use by stroke patients. *Google Patents* [online]. 2008 [cit. 2018-06-12]. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US9549866>
216. VIANA R a TEASELL R. Barriers to the implementation of constraint-induced movement therapy into practice. *Topics In Stroke Rehabilitation* [online]. 2012, **19**(2), 104-114 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1310/tsr1902-104. ISSN 10749357.
217. VOLMAN, M(Chiel).J.M, A WIJNROKS a A VERMEER. Bimanual circle drawing in children with spastic hemiparesis: effect of coupling modes on the performance of the impaired and unimpaired arms. *Acta Psychologica* [online]. 2002, **110**(2-3), 339-356 [cit. 2018-06-08]. DOI: 10.1016/S0001-6918(02)00041-0. ISSN 00016918. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0001691802000410>
218. *Všeobecná encyklopedie ve čtyřech svazcích*. Praha: Nakladatelský dům OP, 1996-. Encyklopedie Diderot. ISBN 80-85841-35-5.
219. VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4698-2.
220. WANG, Jinsung, J. Toby MORDKOFF a Robert L. SAINBURG. Visuomotor Learning Generalizes Between Bilateral and Unilateral Conditions Despite Varying Degrees of Bilateral Interference. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2010, **104**(6), 2913-2921 [cit. 2018-04-03]. DOI: 10.1152/jn.00225.2010. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.00225.2010>
221. WANG, Q, JL ZHAO, Qx ZHU, J LI a PP MENG. Comparison of conventional therapy, intensive therapy and modified constraint-induced movement therapy to improve upper extremity function after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2011, **43**(7), 619-625 [cit. 2018-04-16]. DOI: 10.2340/16501977-0819. ISSN 1650-1977. Dostupné z: <http://www.medicaljournals.se/jrm/content/?doi=10.2340/16501977-0819>
222. WEISSTANNER, C., R. WIEST, S. SAXER, M. STEINLIN, S. GRUNT, A. KAELIN-LANG a C.J. NEWMAN. The neuronal correlates of mirror illusion in children with spastic hemiparesis: A study with functional magnetic resonance imaging. *Swiss Medical Weekly* [online]. 2017, **147** [cit. 2018-04-22]. DOI: 10.4414/sm.w.2017.14415. ISSN 14243997. Dostupné z: <https://smw.ch/article/doi/sm.w.2017.14415>
223. WEISZ, Donald J. a Preeti RAGHAVAN. Rehabilitative training devices for use by stroke patients. *Google Patents* [online]. 2010 [cit. 2018-06-12]. Dostupné z: <https://patents.google.com/patent/US9549866>
224. WHITALL, J., S. M. WALLER, K. H. C. SILVER a R. F. MACKO. Repetitive Bilateral Arm Training With Rhythmic Auditory Cueing Improves Motor Function in Chronic Hemiparetic Stroke. *Stroke* [online]. 2000, **31**(10), 2390-2395 [cit. 2018-04-13]. DOI: 10.1161/01.STR.31.10.2390. ISSN 0039-2499. Dostupné z: <http://stroke.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/01.STR.31.10.2390>

225. WOLF, Angela, Rachel SCHEIDERER, Nicholas NAPOLITAN, Courtney BELDEN, Lauren SHAUB a Maureen WHITFORD. Efficacy and Task Structure of Bimanual Training Post Stroke: A Systematic Review. *Topics in Stroke Rehabilitation* [online]. 2014, **21**(3), 181-196 [cit. 2018-06-03]. DOI: 10.1310/tsr2103-181. ISSN 1074-9357. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr2103-181>
226. WOLF, SL, PA CATLIN, M ELLIS, A LINK, B MORGAN a A. PIACENTO. Wolf Motor Function Test (WMFT). *MIDSS: Measurement Instrument Database for the Social Sciences* [online]. Galway Ireland: Whitaker Institute for Innovation and Societal Change Cairnes Building National University of Ireland [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.midss.org/wolf-motor-function-test-wmft>
227. YADAV, Raj Kumar. Efficacy of Modified Constraint Induced Movement Therapy in the Treatment of Hemiparetic Upper Limb in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [online]. 2016, , - [cit. 2018-06-11]. DOI: 10.7860/JCDR/2016/23468.8899. ISSN 2249782X. Dostupné z: http://jcdr.net/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2016&volume=10&issue=11&page=YC01&issn=0973-709x&id=8899
228. ZAFAR Hira, Imran AMJAD, Arshad Nawaz MALIK a Enfal SHAUKAT. Effectiveness of Constraint induced movement therapy as compared to bimanual therapy in Upper motor function outcome in child with hemiplegic Cerebral palsy. *Pakistan Journal of Medical Sciences* [online]. 1969, **32**(1), - [cit. 2018-06-06]. DOI: 10.12669/pjms.321.8491. ISSN 1681-715X. Dostupné z: <http://pjms.com.pk/index.php/pjms/article/view/8491>
229. ZANON, Márcia A, Gustavo JM PORFÍRIO, Rachel RIERA a Ana Luiza C MARTIMBIANCO. Neurodevelopmental treatment approaches for children with cerebral palsy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 2015. [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1002/14651858.CD011937. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011937>